

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS

ACTA BIOLOGICA

NOVA SERIES

TOMUS V

FASCICULI 1-2

SZEGED (HUNGARIA)

1959

Adiuvantibus
LAJOS BARTUCZ, PÁL GREGUSS, GÁBOR KOLOZSVÁRY, ISTVÁN SZALAI

Redigit
AMBRUS ÁBRAHÁM

Edit
Facultas Scientiarum Naturalium Universitatis Szegediensis

Nota
Acta Biol. Szeged

A szerkesztőbizottság tagjai:
BARTUCZ LAJOS, GREGUSS PÁL, KOLOZSVÁRY GÁBOR, SZALAI ISTVÁN

Szerkeszti
ÁBRAHÁM AMBRUS

Kiadja
a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Kara
(Szeged, Aradi Vértanúk tere 1)

Kiadványunk rövidítése
Acta Biol. Szeged

XYLOTOMISCHE UNTERSUCHUNGEN AN BRAUNKOHLNFUNDEN AUS VÁRPALOTA

Von
P. GREGUSS

Botanisches Institut der Universität, Szeged
(Eingegangen am 20. Dez. 1958)

Mit dem Braunkohlenmaterial aus *Várpalota* hat sich als erster TUZSON (21) beschäftigt und ist zu dem wahrscheinlich anmutenden Ergebnis gekommen, dass dieses grösstenteils aus *Cryptomeria japonica* Beständen entstanden sein dürfte. Im Jahre 1942 schrieb dann SÁRKÁNY (17) auf Grund eigener Untersuchungen: »...Unter solchen Umständen ist anzunehmen, dass die *Várpalota*er Braunkohle ausschliesslich das Ergebnis der Schichtung einer einzigen Art, nämlich der verkohlten Exemplare der tertiären Form von *Sequoia sempervirens* ist« (S. 457), aber auch er hielt die Frage noch nicht für vollkommen abgeschlossen. Da seiner Arbeit keinerlei Zeichnungen beilagen und die mitgeteilten Photos absolut nicht überzeugend waren, kann diese Feststellung so kategorisch nicht ohne weiteres akzeptiert werden, da — wie wir auch später sehen werden — bei der *Várpalota*er Braunkohle nicht von der Anwesenheit einer einzigen Art die Rede sein kann. Die Feststellung TUZSONs ferner, dass die Lignitfunde von *Várpalota* strukturell hauptsächlich mit der *Cryptomeria japonica* übereinstimmen, kann mangels an Beweismaterial, wie auch SÁRKÁNY (17) selbst zugibt, ebenfalls nicht akzeptiert werden. Ich konnte auch die Feststellung von HARASZTY (9), derzufolge unter den Ligniten von *Várpalota* auch Taxodien vorkommen, nicht bestätigen. Wenn sich nämlich in der Horizontalwand des Längsparenchyms vereinzelt auch Knoten finden, so ist das noch kein entschiedenes Taxodienmerkmal, da derartige knotige Verdickungen auch in Sequoien vorkommen können.

In unserem Institut bot sich im Vorjahre Gelegenheit, die Frage erneut in Angriff zu nehmen und näher zu untersuchen. Durch Vermittlung von VADÁSZ (22) erhielten wir ein umfangreiches Material xylithaltiger und verkieselter Baumstammreste aus *Várpalota* zur Bestimmung. Ein Teil desselben stammt aus dem offenen Abbau bei Cser und die übrigen Proben aus 20 verschiedenen Stellen des Bergwerkes *Várpalota*; die einzelnen Stücke waren teils mit römischen Ziffern und teils mit Buchstaben versehen.

Ein Teil der untersuchten Proben hatte lockere Struktur und konnte mit Hilfe einer Rasierklinge leicht zu Schnitten aufgearbeitet werden, die übrigen

aber waren verkieselt bzw. steinhart komprimiert und deformiert und daher zur Herstellung von Schnitten oder Schliffen wenig geeignet.

Hinsichtlich des geologischen Aufbaues des Bergwerkgebietes bei Várpalota sei auf die neuesten Literaturangaben — besonders von SÁRKÁNY (17) sowie VADÁSZ hingewiesen; er dürfte der unteren tortonischen Stufe entsprechen, wie überhaupt auch die übrigen ungarischen (1, 4, 8, 10, 11, 15, 20, 21, 23) und die mitteleuropäischen Lignite (2, 6, 12, 14, 15, 16, 18, 19) — z. B. in den polnischen Bergwerken (3, 7, 24, 25) — ähnliche Schichtung aufweisen.

Das Hauptproblem der obigen Untersuchungen war die Frage, ob in der Zusammensetzung der Lignite des Bergwerkes Várpalota gemischte Wälder, d. h., Laub- und Nadelbäume, dominierten, oder aber die Waldungen dieser Gegend ausschliesslich aus Nadelhölzern bestanden. Unsere Ergebnisse lassen darauf schliessen, dass in der Gegend von Várpalota zu jenen Zeiten Koniferen-, und zwar vorwiegend *Sequoia*-Waldungen bei gemässigtem Klima, aber doch unter wechselnden ökologischen Verhältnissen existierten. Derartige Folgerungen sind jedoch nur auf Grund eingehender Aufarbeitung der von verschiedenen Stellen entnommenen Proben zulässig. Es ist daher zweckmässiger, wenn wir die einzelnen Proben auch anatomisch näher betrachten und die letzten Schlüsse aus diesen vergleichenden Untersuchungen ziehen.

Untersuchungen

Probe I. (Tafel I, Photos 1—4 und Fig. 1.)

Querschnitt (Photo 1): Auch die Querschnittstruktur ist deutlich von der des folgenden, verkieselten Baumstammes verschieden. Die einzelnen Jahr-

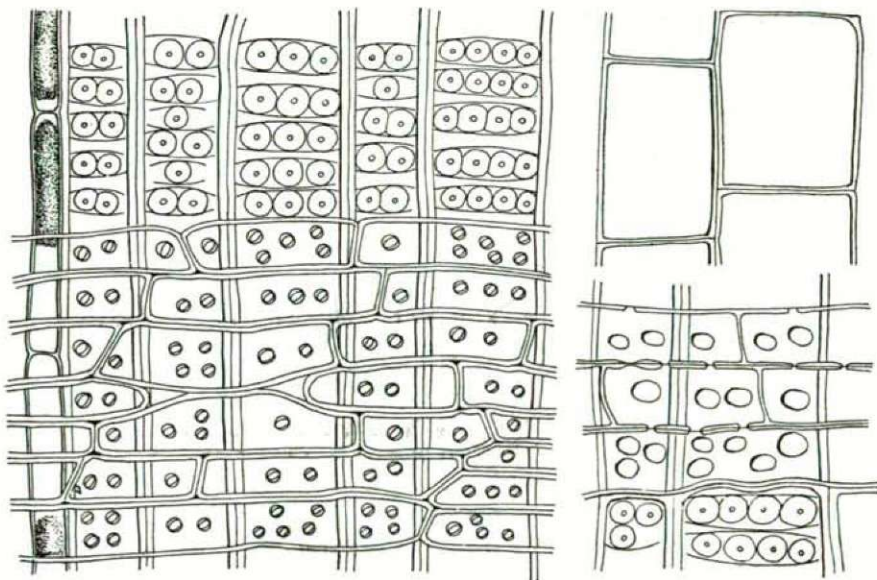
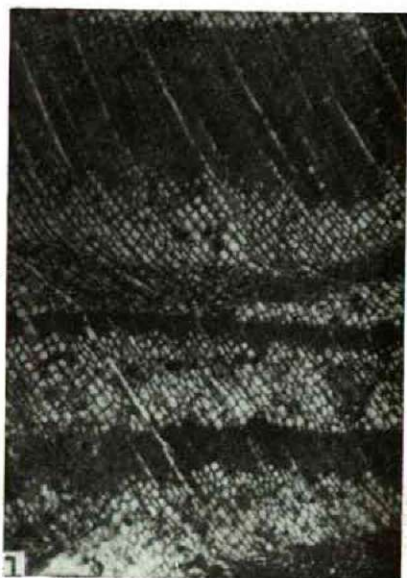


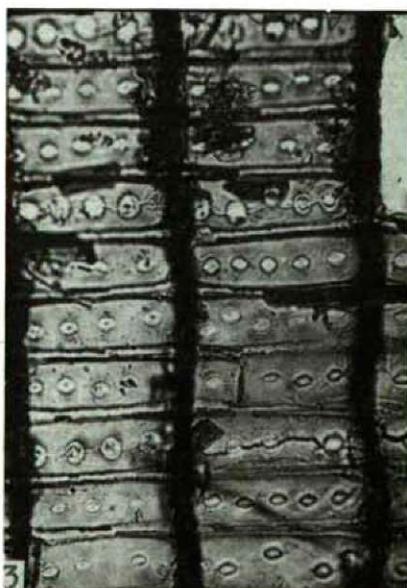
Fig. 1.



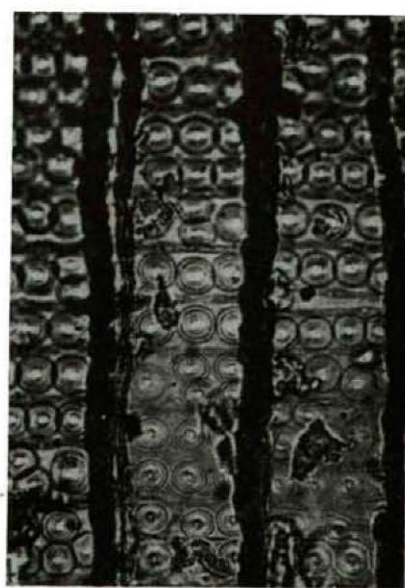
Phot. 1. Q. (50 X)



Phot. 2. T. (100 X)



Phot. 3. R. (300 X)



Phot. 4. R. (300 X)

ringe sind schon bedeutend breiter und auch das Verhältnis des Herbst- und Frühjahrsholzes ist wesentlich verschieden. Möglicherweise stammt dieser Lignit aus einer anderen, eventuell früheren Altersstufe derselben *Sequoia*-Art, jedoch wird diese Annahme durch die Detailergebnisse nicht unterstützt. Die Jahresringe dieses Holzanteiles können 25—70 Tracheiden breit sein, wobei in schmälere Jahrringen 8—10, und in den breiteren 25—30 dickwandige Tracheiden auf die Herbstzone entfallen. Die Jahrringgrenze ist auch hier auffallend scharf, die dickwandigen herbstlichen Tracheiden sind unvermittelt von dünnwandigen Frühjahrstracheiden gefolgt. Im Jahrring werden vereinzelt dunkle, harzhaltige Parenchymzellen sichtbar. In den Herbsttracheiden ist trotz ihrer Dickwandigkeit das Lumen stets wahrnehmbar. Die Querschnitte der Frühjahrstracheiden stellen gewöhnlich in Radialreihen geordnete Rechtecke dar, deren Wand besonders in dem zu Frühlingsbeginn entwickelten Anteil auffallend dünn ist. Die Herbstzone ist lediglich an der Jahrringgrenze geradlinig, der gegen die Frühjahrszone gerichtete Teil dagegen ist auffallend wellig, was beweist, dass die Tracheiden der herbstlichen Zone sich nicht im ganzen Jahrring auf einmal zu verdicken beginnen.

Tangentialschnitt (Photo 2): Auffallend ist die relativ beträchtliche Höhe der Markstrahlen; während die meisten von ihnen 8—10—15—20 Zellen hoch sind, erreichen andere 45—50, ja sogar 52 Zellen Höhe. Die Querschnitte der einzelnen Markstrahlzellen zeigen meist stehende Rechteck oder Ellipsenform mit einer Höhe von 13—27 (32) und einer Breite von 10—18 μ , können aber auch in dem gleichen Verhältnis niedriger sein, der Querschnitt hat aber nie Kreisform, sondern stellt eher eine stehende Ellipse dar. Manche Markstrahlzellen sind mit dunkler Harzmasse gefüllt. Die Hoftüpfel der Tangentialwand der Tracheiden können ein- oder auch zweireihig liegen, sie messen 10—16 μ . Harzgehalt gering.

In den Längsparenchymzellen ist der Harzgehalt fast stets abgerundet und kompakt. Die Horizontalwände der Markstrahlzellen sind eher glatt und ebenmässig, Verdickungen und Knoten kommen nur in den seltensten Fällen vor. Die entschiedene Abrundung und das Fehlen von Höhlen im Harzinhalt der Längsparenchymzellen lässt diese Art auf den ersten Blick von der nächsterwähnten unterscheiden, obwohl auch diese als typische *Sequoia*-Art anmutet.

Radialschnitt (Photos 3—4 und Fig. 1). Die Hoftüpfel in den Radialwänden der Tracheiden sind zwei-, eventuell dreireihig angeordnet, können aber ausnahmsweise auch vierreihig liegen. Die Sanio-Linien werden besonders zwischen den Zwillingsstüpfeln deutlich sichtbar. Die Horizontal- und Tangentialwände der Markstrahlzellen sind glatt und Tüpfelungen nur vereinzelt zu beobachten. In einem Kreuzungsfelde können 2—3, ja sogar 5 Tüpfel in einer Reihe liegen, zuweilen werden sogar 5—7 Tüpfel gesichtet, die dann in zwei Reihen oder in Gruppen von 2—3 angeordnet sind. Typische taxodioide Tüpfel sind die meist eine liegende Ellipse bildenden oder spaltförmigen Öffnungen. Der Hof ist zu beiden Seiten der Öffnung deutlich wahrnehmbar. Quertracheiden werden vermisst. Die Grösse der Tüpfel an den Kreuzungsfeldern beträgt 8,5—10 μ und die der Öffnung 4—4,5 μ . Manche

Tüpfel erscheinen zuweilen, wenn nämlich der Hof eine etwas schrägste-hende Ellipse bildet, cupressoid. Die Breite der Frühjahrstracheiden kann bis zu 55–80 μ erreichen.

Dieser Lignit, der wohl in mancher Beziehung mit dem nächsterwähnten übereinstimmt, kann dennoch nicht mit ihm identifiziert werden, und zwar vor allem nicht wegen seiner abweichenden Markstrahlenstruktur, der Tüpfelung seiner Querschnittfelder, der Struktur seines Jahrringes und der Erscheinungsform des Harzgehaltes im Längsparenchym. Es handelt sich also um eine *Sequoia*, die aber dennoch weder mit der *Sequoia sempervirens*, noch mit der *S. gigantea* zu identifizieren ist. Sie gehört zweifellos der Familie der Taxodiaceen an. (GREGUSS (5).) Da die Jahrringe eine Breite von mehr als 2–3 mm erreichen, kann dieser *Sequoia*-Stamm zumindest auf 500–600 Jahre geschätzt werden. Dieses Xylitstück ist als identisch mit dem von ZALEWSKA (24, 25) aus dem Bergwerk Turow in Polen beschriebenen *Taxodioxydon gypsaceum* (Goeppert) Kräusel zu betrachten.

Probe IV. (Tafel II, Photos 5–8 und Fig. 2)

gleichet in ihrer äusseren Struktur und Farbe dem vorigen Lignit.

Querschliiff (Photo 5). Die Herbstzone ist auch in diesem Holz 10–15 Tracheiden breit, darin vereinzelt Parenchymzellen mit dunkelfarbigem Harzinhalt. Die Tracheiden sind 28–30 μ breit und in Radialrichtung nur 15–16 μ lang.

Tangentialschliiff (Photos 6, 8). Die Markstrahlencellen sind 6–10, ausnahmsweise 30 Zellen hoch und die Zellenquerschnitte meistens stehende Ellipsen von 13–18 (27) μ Höhe und 6–13 μ Breite; in der Tracheidenwand liegen die Hoftüpfel in 1–2 lockeren Reihen angeordnet, ihre Höhe beträgt 8–13 μ und manche Markstrahlencellen sind mit dunkler Harzmasse ausgefüllt.

Radialschliiff (Photo 7 und Fig. 2). In der Radialwand der Tracheiden sind die Hoftüpfel in paarigen Längsreihen angeordnet, breitere Tracheiden können sogar drei Hoftüpfel nebeneinander enthalten; die Höfe der Tüpfel sind aber nie komprimiert. Ein jedes Kreuzungsfeld enthält 2–3 (4) taxodioide, oder manchmal eher glypsostroboide Tüpfel, daher bilden die Höfe liegende Ellipsen, ihre Grösse beträgt 5–8 μ . Die Höhe der Markstrahlencellen wechselt zwischen 13 und 17 μ , ihre Tangentialwände sind vollkommen glatt und dünn. Der Harzgehalt der Längsparenchymzellen ist stets abgerundet, in manchen von ihnen sind 5–6, in anderen nur 1–2 kleinere abgerundete Harzkörnchen enthalten. Die Querwände der Parenchymzellen sind stets glatt und ebenmässig und ohne auffallendere Verdickungen, d. h. auch dieses Holz entspricht voll und ganz *Sequoia*-, nicht aber dem *Taxodium*-Typ. Die Querschnitte der Markstrahlencellen bilden stehende, schmale Ellipsen, was teils auch der starken Komprimierung zuzuschreiben ist. Die Tangentialwand der Markstrahlencellen ist vollkommen glatt. Auch dieses Holz hat somit *Sequoia*- und nicht *Taxodien*-Charakter.

Der Stamm ist teils in verbranntem, teils in seinem ursprünglichen Zustande verkieselt und von rotbrauner Farbe.

Querschliiff (Photo 9). Die Jahrringe sind relativ schmal, manche erstrecken sich nur auf 5–6 Tracheiden, von denen zwei auf die Herbstzone entfallen. Stellenweise sind jedoch auch Jahrringe von 10–12 Tracheiden

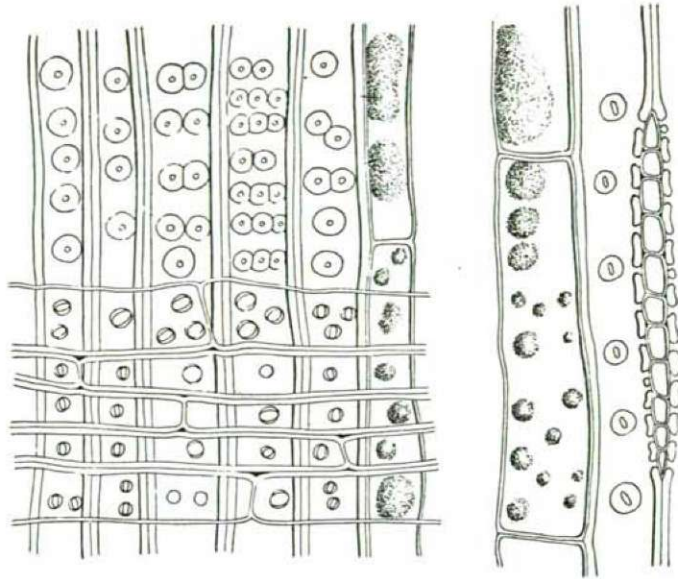
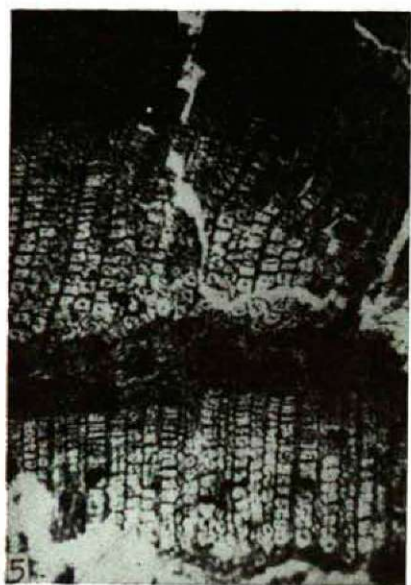


Fig. 2.

Breite zu beobachten, von denen ebenfalls nur 2–3 in der Herbstzone liegen. Ein Übergang zwischen Herbst- und Frühjahrszonen ist überaus selten feststellbar. Die Tracheiden haben vorwiegend Rechteckquerschnitt. Radiale Länge 30–65 μ , tangentielle 35–40 μ . In der Frühjahrszone hie und da spärliches Parenchym, manchmal parallel mit Jahrringgrenze verlaufend. Harzgänge oder Harzschläuche liegen nicht vor.

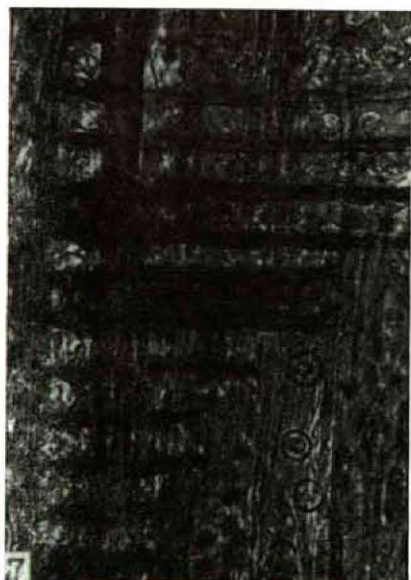
Tangentialschliff (Photos 10, 12). Markstrahlen 1–15–30–45 Zellen hoch; ein-, aber auch zweireihige, 8–10 Zellen hohe Markstrahlen sind ziemlich häufig. Häufig sind auch zweischichtige Markstrahlen, deren oberer und unterer Anteil in 6–12 Zellen Höhe nur einreihig verläuft. Die Querschnitte der Markstrahlzellen sind kurze Ellipsen mit einem Längsdurchmesser von 10–27 μ und einer Breite von 10–20 μ . Sämtliche Wände sind gleichmässig dünn. Die Längsparenchymzellen enthalten vakuolisierte dunkelorange-farbene oder dunkelbraune Harzmassen. Die einzelnen Zellen sind verhältnissmässig kurz und 100–200–250 μ gross. Die Hoftüpfel in der Wand der Längstracheiden betragen 6–8 μ .



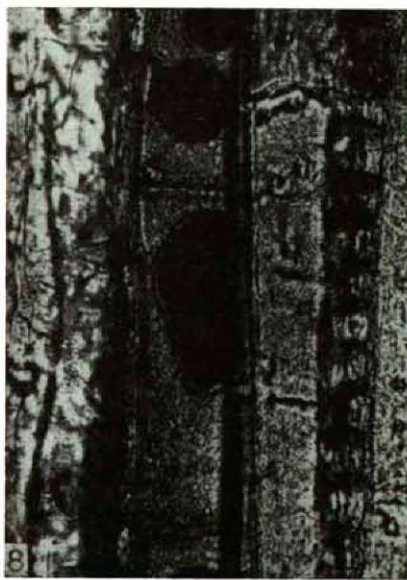
Phot. 5. Q. (50 \times)



Phot. 6. T. (100 \times)



Phot. 7. R. (300 \times)



Phot. 8. T. (300 \times)

Radialschliff (Photo 11 und Fig. 3.) In den Längstracheiden liegen die Hoftüpfel gewöhnlich zu dreien, häufig aber auch zu vieren und ausnahmsweise gar zu fünf nebeneinander. Tracheiden mit einreihiger Tüpfelanordnung kommen nicht vor. Die Markstrahlen sind gleichartig, die Horizontalwände der Markstrahlzellen gleichmässig glatt und dünn. In manchen Anteilen der Herbstzone können allerdings in der Horizontalwand mehrere einfache Tüpfel vorkommen, wogegen die Tangentialwand stets glatt und dünn ist. In den Kreuzungsfelder finden sich 2—3, sehr ausnahmsweise auch 4 Tüpfel nebeneinander, während in den Kantenzellen sogar 5—6 Zellen mit einem Ausmass von $9\text{--}13\mu$ vorkommen können. In der Regel handelt es sich um taxodioiden, eventuell kreisförmige, also glyptostroboide Tüpfel, nie aber ist die Öffnung eine spaltförmige, sondern stellt stets eine breite Ellipse dar, an der beiderseitig meistens der halbmondförmige Hof deutlich sichtbar wird. Die Zellen des Längsparenchyms erreichen oft beträchtliche Grösse, ihre Horizontalwand ist stets dünn und vollkommen glatt. Quertacheiden wurden nicht gesichtet. Auf Grund seiner Struktur ähnelt dieser

Probe E (Tafel III, Photos 9—12 und Fig. 3)

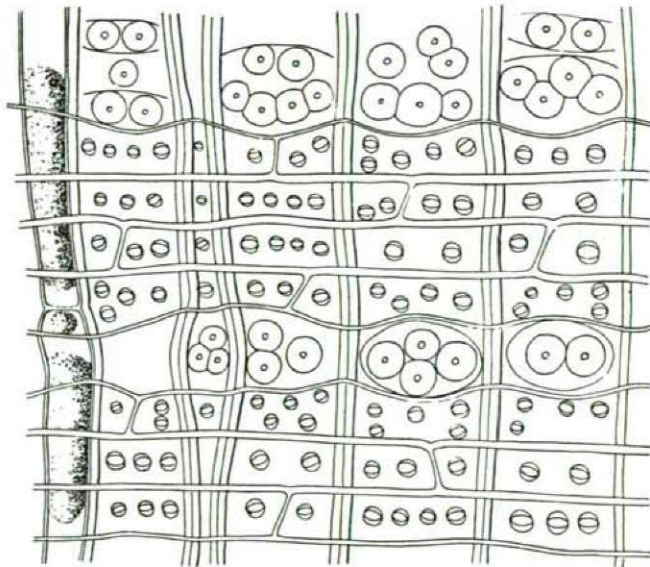
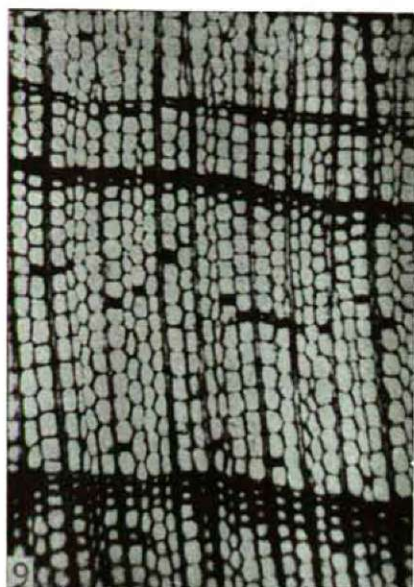
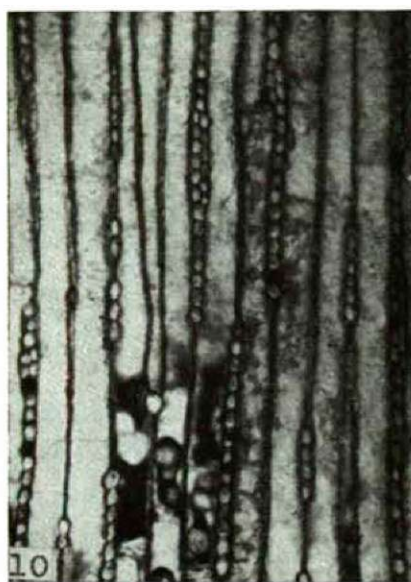


Fig. 3.

Holzrest in erster Linie der *Sequoia sempervirens*, weist aber auch viele gemeinsame Züge sowohl mit der *Glyptostrobus*- als auch mit der *Metasequoia*-Art auf, von welcher letzterer er sich hauptsächlich durch seine schmale Herbstzone unterscheidet, während seine Markstrahlentüpfelung der dieser Art sehr nahe kommt. Eine Identifizierung mit ihr ist jedoch nicht möglich.



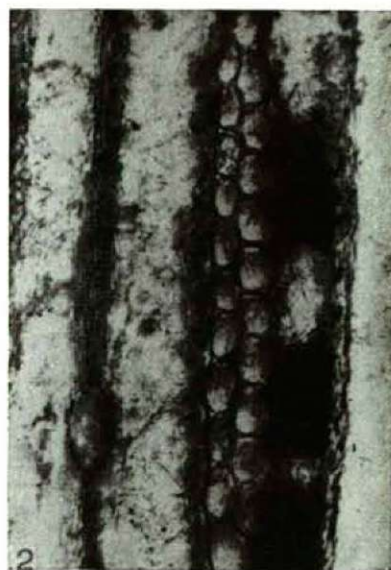
Phot. 9. Q. (50 \times)



Phot. 10. T. (100 \times)



Phot. 11. R. (300 \times)



Phot. 12. T. (300 \times)

Probe L. (Tafel IV, Photos 13—16 und Fig. 4)

Diese etwas verkieselte Fossilie, — ein stark komprimiertes Stamm- oder Aststück —, hat einen Durchmesser von etwa 10 cm und ist von dunkelbrauner Farbe.

Querschliiff (Photo 13). Die Markstrahlen sind verschieden (10—30 Tracheiden) breit und die Frühjahrszone geht allmählich in die Herbstzone über, die manchmal nur 3—4, zuweilen aber auch 8—10 Tracheiden breit sein kann. Die Jahrringgrenze ist jedoch entschieden scharf. Die Jahrringe enthalten besonders in der Frühjahrszone vereinzelt reichlich Längsparenchymzellen mit dunklem Harzgehalt. Die Querschnitte der Frühjahrszone haben meist Rechteckform.

Tangentialschliiff (Photo 14). Relativ niedrige Markstrahlzellen von 1—16 Zellen Höhe, aber auch solche mit 30 Zellen Höhe kommen vor. Die Querschnitte der Markstrahlzellen sind rund oder kurze Ellipsen von 15—17 μ Höhe und 5—13 μ Breite. Alle drei Wände sind gleichmässig dünn (2—6 μ), die Wände einiger Markstrahlzellen aber erreichen beträchtliche Dicke und enthalten in der Regel dunkelorange-farbene Harzmassen. Die Längsparenchymzellen sind relativ lang (120—140 μ) und mit dunklem Harz gefüllt, ihre horizontale Wand ist gewöhnlich vollkommen glatt. Die Hoftüpfel in den Längstracheiden sind klein (6—7 μ).

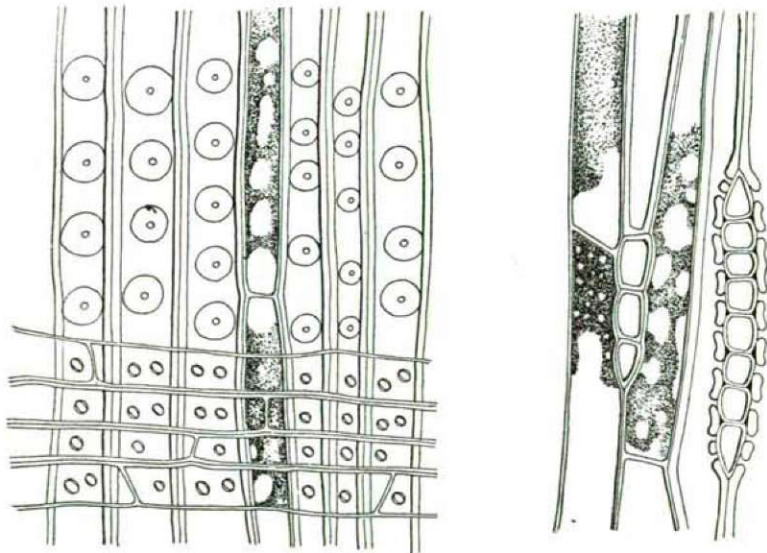


Fig. 4.

Radialschliiff (Photo 15—16 und Fig. 4). In der Wand der Längstracheiden liegen die Hoftüpfel gewöhnlich einreihig angeordnet, ihre Grösse beträgt 5—6 μ . Die Horizontalwände der Markstrahlzellen sind dick und glatt und die Tangentialwände dünn und glatt. Ein Kreuzungsfeld enthält in der Regel nur eine, ausnahmsweise zwei kreisförmige Tüpfel von 5—6 μ Grösse und manchmal etwas liegender Ellipsenform. Zwischen den dickwandigen Paren-

Tafel IV.



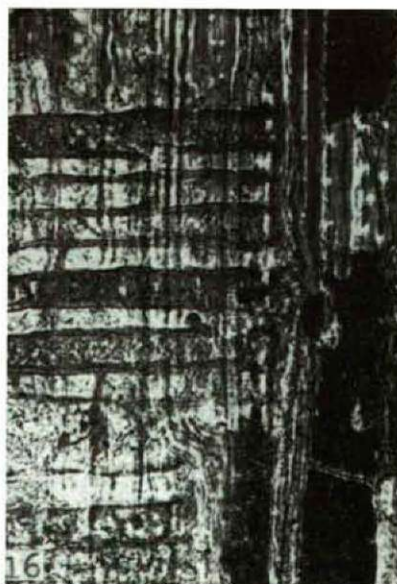
Phot. 13. Q. (50 \times)



Phot. 14. T. (100 \times)



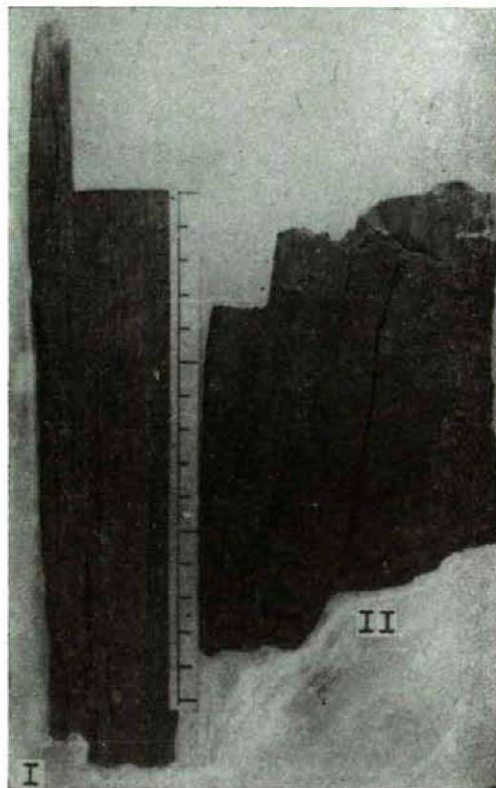
Phot. 15. R. (300 \times)



Phot. 16. R. (300 \times)

chymzellen finden sich stellenweise auch dünnwandige, die zuweilen miteinander abwechseln, so dass zwei dickwandige Markstrahlenparenchymzellen eine dünnwandige Parenchymzelle einschliessen. Die Horizontalwände der Längsparenchymzellen sind gewöhnlich glatt, weisen aber manchmal auch 2—3 perlkettenartige Verdickungen auf. Die meisten Querwände sind glatt oder mässig mit Verdickungen versehen.

Die Fossilie weicht von der der *Sequoia sempervirens* entsprechenden Fossilie ab und erinnert eher an irgendeine *Chamaecyparis* oder *Thuja*. Hierfür spricht die auffallend geringe Zahl (1—2) der Tüpfel in den Kreuzungsfeldern, die einreihige Anordnung der Hoftüpfel in den Tracheidenlängswänden und die auffallende Struktur des Harzbestandes. Ansonsten kommt die Holzanatomie der *Chamaecyparen* der der *Sequoien* äusserst nahe. Sie ähneln



Phot. I—II.

einander darin, dass bei beiden auch Quertracheiden vorkommen können. Ein gewisser Unterschied zwischen der Fossilie und lebenden *Sequoien* ist auch, dass — während die Rinde der *Sequoien* sich eher der Länge nach vom

Holzkörper loslöst (Photo I) — die Rinde dieser Fossilie aber eher in Querstücke zerspringt (Photo II). Dies kann allerdings nicht als entscheidender Beweis für die Differenzierung angesehen werden, ist aber doch eine auffällige Erscheinung. Da die innere Struktur der Fossilie eher an die der *Chamaecyparen* als an die der *Sequoia* erinnert, dürfte vorerst die Bezeichnung *Chamaeparioxylon* nov. gen. die treffendere sein.

Besprechung

Anatomische Ergebnisse. 1. Das wichtigste anatomische Ergebnis ist, dass die aufgearbeiteten mehr als 20 Holzproben grösstenteils in die Gruppe der *Taxodiaceen* gehören und höchstens von 1—2 Proben eventuell auf *Cupressaceen* geschlossen werden kann, aber auch dies nicht mit voller Sicherheit.

2. Eine weitere wichtige Feststellung ist, dass unter dem reichhaltigen Untersuchungsmaterial keine einzige mit *Taxodium* zu identifizierende Holzfossilie zum Vorschein kam, während der *Sequoia*-Genus oft zweifellos oder wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit festgestellt werden konnte. Das entscheidende Kriterium dieser letzten Feststellung war, dass in sämtlichen untersuchten Holzarten die Horizontalwände der Längsparenchymzellen ausnahmslos dünn und glatt waren.

3. Ein ebenfalls sehr wichtiges Merkmal war ferner — und auch dies ist ein entschiedenes *Sequoia*-Merkmal —, dass in einer Tracheidenbreite zuweilen 4—5 Hoftüpfel aneinandergereiht lagen. Es gab aber Proben, in denen auf eine Tracheidenbreite lediglich ein oder höchstens zwei Hoftüpfel entfielen.

4. Aber auch diese *Sequoia*-Reste können nicht einer einzigen Art angehört haben, wie auch SÁRKÁNY in seiner oben erwähnten Arbeit feststellt. Unter den Proben befanden sich auch solche, in deren Kreuzungsfeldern 4—5 taxodioide Tüpfel nebeneinander lagen (Photo 4). Diese Eigenschaft erinnert eher an die heute lebende *Sequoia sempervirens*, während die bei anderen gefundenen Verhältnisse, d. h. ein oder höchstens zwei taxodioide Tüpfel in den Kreuzungsfeldern (Photos 7 und 15), in erster Linie auf die *Sequoia gigantea* schliessen lassen. Gewissermassen könnte auch an die *Thuja* und *Chamaecyparis*-Genera gedacht werden, welche in anatomischer Hinsicht — so sonderbar es auch klingen mag — der *Sequoia*-Art weitgehend ähneln. Die Untersuchung der Querschnittsbilder lässt in dem Aufbau der Jahrringe analoge Strukturen kaum feststellen und daneben besteht auch in betreff auf die Markstrahlenhöhe und die Tüpfelung der Markstrahlzellen ziemlich grosser Abwechslungsreichtum.

Auf Grund derartiger Unterschiede würden manche Autoren diese Abweichungen eventuell als besondere Arten beschreiben, meines Erachtens gehören sie jedoch alle dem *Sequoia*-Genus an und dürften möglicherweise Stamm- oder Aststücken der *Sequoia gigantea* und *S. sempervirens* verschiedener Epochen angehört haben. Ich würde sie daher nicht einmal mit besonderen Namen belegen — dadurch meine Ansicht demonstrierend —, dass eine von der typischen Form wenig abweichende Variante nicht gleich mit einem neuen Artnamen versehen werden sollte. Eines muss aber in Verbindung mit diesen *Sequoia*-Überresten zweifellos festgestellt werden, und zwar,

dass es heute schon nicht mehr heissen darf, die mitteleuropäischen Lignite seien vorwiegend Abkömmlinge der heute lebenden *Sequoia sempervirens*, d. h. ihnen allen stehe der Name *Taxodioxyton gypsaceum* zu, denn unter dem Ligniten befinden sich sowohl von der *Sequoia sempervirens* entschieden abweichende, aber auch deutlich *Sequoia*-Charakter tragende Elemente, die eher der *Sequoia gigantea* ähneln als der *S. sempervirens*. Heute sollte bereits auch die Benennung *Taxodioxyton (Sequoioxyton) gypsaceum* (Göppert) Kräusel eher als Sammelname betrachtet werden, denn wie wir weiter oben sahen, gehören in diesen Formenkreis sowohl die der *Sequoia gigantea*, als auch die der *S. sempervirens* entsprechenden Überreste. Die Bezeichnung *Taxodioxyton* erscheint mir in diesem Falle um so weniger am Platze, als in den untersuchten mehr als 20 Lignitproben nicht der *Taxodium*-, sondern der *Sequoia*-Charakter — abgesehen von der für die Familie typischen taxodioiden Tüpfelung — dominiert.

Schlussfolgerung

Auf Grund der obigen anatomischen Merkmale lässt sich in Bezug auf das damalige Klima eine entscheidende und einheitliche Meinung nicht recht fällen, da in einzelnen Proben die Jahrringgrenzen ziemlich unklar, in anderen aber gut erhalten waren. Während in einigen Arten die Herbstzone stellenweise 15—20 Tracheiden breit ist, beschränkt sie sich in anderen auf höchstens 1—2 Tracheiden Breite. Hieraus kann im ersten Falle auf eine längere Ruhephase und im letzteren auf eine kürzere Herbstperiode geschlossen werden. Schliesslich haben aber in *Várpalota* meiner Ansicht nach auch 2—3 *Sequoia*-Arten und möglicherweise 1—2 *Thuja*-, *Glyptostrobus*- und *Chamaecyparis*-Arten gemeinsam leben können. Da unter den verschiedenen aufgearbeiteten Lignitproben Reste der moorliebenden Taxodien in keinem einzigen Falle zugegen waren, sondern es sich stets um die das trockenere Klima besser vertragenden *Sequoia*-Arten handelte, dürfte die Schlussfolgerung, dass in der Gegend von *Várpalota* in der oberen mediterranen tortonohelvetischen Stufe, möglicherweise aber auch in der burdigalischen Stufe, nicht Moowälder, sondern kontinentale Wälder dominierten, berechtigt sein.

In Verbindung hiermit kann sich auch die Frage erheben, ob diese zahlreichen verkieselten Baumstämme autochthonen oder aber allochthonen Ursprungs sind. Da meines Wissens in diesem Berkwerk aufrecht stehende Baumstämme nirgends vorkommen — wovon ich mich zu wiederholten Malen an Ort und Stelle überzeugen konnte —, muss das ganze Kohlenrevier als allochthonen Ursprungs aufgefasst werden.

Aus den obigen Untersuchungen geht auch hervor, dass keinerlei positive Beweismomente dafür vorliegen, dass das Lignitmaterial von *Várpalota* *Cryptomeria japonica* wäre, wie seinerzeit TUZSON behauptete. Gleichzeitig bedarf aber auch die Feststellung SÁRKÁNYs, der zufolge in *Várpalota* die Braunkohlenbestände aus den verkohlten Exemplaren einer einzigen Art, nämlich der tertiären Form der *Sequoia sempervirens* geschichtet wäre, der Ergänzung.

Es ist zwar möglich, dass eventuelle neuere Funde die obigen Feststellungen modifizieren werden, allein aus der anatomischen Struktur der untersuchten 25 Proben waren lediglich die hier erörterten Schlüsse ziehbar.

Zusammenfassung

Verfasser hat auf Grund seiner xylotomischen Untersuchungen an mehr als 20 Proben festgestellt, dass die Lignite von Várpalota der unteren tortonischen Stufe angehören und in der Mehrzahl grosse Ähnlichkeit mit den heute lebenden *Sequoia gigantea*- und *S. sempervirens*-Arten aufweisen. Es ist aber auch der Gedanke nicht von der Hand zu weisen, dass gleichzeitig mit ihnen auch *Chamaecyparis*-*Glyptostrobus*- und *Metasequoia*-Arten gelebt haben. Da Verfasser keinen einzigen sicher erwiesenen Taxodienüberrest fand, dürfte es sich seines Erachtens bei den einstigen Waldungen eher um kontinentale als um moorliebende Bestände gehandelt haben.

Schrifttum

- (1) Andreanszky, G.—Sárkány, S.: Beiträge zur Kenntniss der verkieselten Baumstämme aus dem ungarischen Jungtertiär. M. All. Földtani Int. Évkönyve, **44**, 186—192 (1955).
- (2) Gothan, W.: Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermen-Hölzer, Abh. preuss. geol. Landesanst. **44**, (1905).
- (3) Grabowska, I.: Przewodnie lignity węgla brunatnego z obszaru Konina, Instytut Geol. odbitka z tomu XV. prac z badan flor trzeciorzedowych **2**, 202—287 (1956).
- (4) Greguss, P.: Les vestiges de bois silicifié du Miocene inférieur d'Ipolytarnóc, Földtani Közlemény, **84**, 91—110 (1954).
- (5) Greguss, P.: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Akadémiai Kiadó, Budapest (1955).
- (6) Greguss P.: Ein Lignit aus dem Miozän von Rixhöft, (*Sequoioxylon germanicum* n. sp.) Abh. d. Dt. Akad. Wiss. Kl. f. Chem. Geol. u. Biol. **3**, 3—10 Berlin (1957).
- (7) Greguss, P.: Oznaczenie dolno-miocenskigo pnia drzewa z Turowa nad Nysa Luzycka, Acta Geol. Polonica, **5**, 273—275 (1955).
- (8) Haraszty, Á.: Die mikroskopischen Untersuchungen der Xylite von Petőfibánya, M. T. A. Biol. Közl. **2**, 245—254 (1953).
- (9) Haraszty, Á.: Adatok hazánk fiatalabb harmadidőszaki flórájának fejlődéstörténetéhez. Kandidátusi értekezés. 1956.
- (10) Haraszty, Á.: Die mikroskopischen Untersuchungen der Xylite von Hidas, Ann. Univ. Scientiarum Budapestiensis de Rolando Eötvös nominate, Sect. Biol. **1**, 71—87 (1957).
- (11) Haraszty, Á.: Recherches anatomiques sur les xylites d'âge tortonien de Herend—Szentgál (Hongrie occidentale), Acta Botanica, Acad. Scientiarum Hung. **4**, 233—256 (1958).
- (12) Hofmann, E.: Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberösterreich, Palaeontographica **92**, 121—182 (1952).
- (13) Kownas, St.: Trzeciorzedowe drewna z Dobrzynia nad Wisla, Studia Soc. Scient. Torunensis **1**, 1—55 (1959).
- (14) Kräusel, R.: Die fossilen Koniferen-Hölzer, Palaeontographica, **89**, 83—203 (1949).
- (15) Maácz, J.: Xylituntersuchung aus dem Kohlenrevier von Borsod, Acta Biol. Szeged **1**, 41—46 (1955).
- (16) Müller—Stoll, H.: Über die Erhaltungsfähigkeit des Holzes tertiärer Bäume und Sträucher, Senckenbergiana, **28**, 67—94 (1947).

- (17) *Sárkány, S.*: Várpalotai lignit növényyszövettani vizsgálata. Pflanzenanatomische Untersuchungen am Lignit von Várpalota, Földt. Közlöny, **73**, 449—458 und 593—596 (1943).
- (18) *Schönfeld, E.*: Mitteilungen über Funde aus dem Bornaer Braunkohlenrevier II., Geologie **2**, 190—203 (1952).
- (19) *Schönfeld, E.*: Mitteilungen über Funde aus dem Bornaer Braunkohlenrevier, Neues J. b. Geol. u. Paläontol. Abh. **100**, 431—448 (1955).
- (20) *Simoncsics, P.*: Braunkohlenpflanzen aus dem Kohlenrevier von *Nógrád*. Über einen Fusit von *Kányás*, Acta Biol. Szeged **2**, 59—62 (1956).
- (21) *Tuzson, J.*: Monographie der fossilen Pflanzenreste der *Balatonsee*egend, Balaton Tudományos Tanulmányozásának eredményei.
- (22) *Vadász, E.*: Földtörténet és fejlődés, Budapest (1957).
- (23) *Varga, I.*: Sequoia-Lignit aus Siebenbürgen, Acta Botanica Szeged, **1**, 70—75 (1942).
- (24) *Zalewska, Z.*: Trzeciorzędowe szczatki drewna z Turowa nad Nysa Luzicka, Acta Geol. Polonica **3**, 481—543 (1953).
- (25) *Zalewska, Z.*: Trzeciorzędowe szczatki drewna z Turowa nad Nysa Luzicka, Acta Geol. Polonica, **5**, 278—304 (1955).

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. P. GREGUSS, Institut für Botanik der Universität, Tánácsics M. 2. Szeged (Ungarn).

XYLITBESTIMMUNGEN AUS DEN BOHRUNGEN BEI GANNA UND HEREND

Von
M. KEDVES

Aus dem Botanischen Institut der Universität, Szeged
(Eingegangen am 8. Dez. 1958)

Einleitung

Im Januar 1958 wurde dem Botanischen Institut der *Szegeder* Universität von Herrn Geologen M. *Erdélyi* (Staatl. Ungarisches Geologisches Institut zu Budapest) gesammeltes Xylitmaterial aus dem mittleren Miozän zur Aufarbeitung überlassen. Eine der Proben stammt aus den Bohrungen bei Ganna und 10 aus denen bei Herend.

Material und Methodik

Ein Teil des Untersuchungsmaterials befindet sich in amorphem Zustande und ist so für unsere Zwecke ungeeignet, während an anderen Stücken die Holzstruktur auch mit freiem Auge zu erkennen ist. Letztere konnten nach Einweichen in verdünnter KOH-Lösung leicht zu Schnitten aufgearbeitet werden.

Ergebnisse

Zur genauen Bestimmung geeignete Lignitproben mit erhaltener Gewebestruktur kamen aus der 13. Bohrung bei *Herend* von folgenden Tiefen zum Vorschein:

- Probe Nr. 1: aus 149,2—156,4 m. / III.
 " " 2: " 165,1—166,1 m.
 " " 3: " 174,3—175,4 m.
 " " 4: " 176,4—177,6 m.
 " " 5: " 169,3—170,0 m.
 " " 6: " 170,2—171,3 m. / II.

Beim Vergleich der fossilen Reste mit den Geweben der heute lebenden Bäume bediente ich mich des Werkes von GREGUSS (7).

Die wesentlichen xylotomischen Eigenschaften der ersten Probe sind: gut sichtbare Jahresringgrenzen (*Tafel I, 1*), die Markstrahlen an den Tangentialschnitten sind ausschliesslich einschichtig (*Tafel I, 2*).

Bei der Identifizierung des Formenkreises bot die graphische Darstellung der quantitativen Verteilung der verschiedenen hohen Markstrahlen brauchbare Anhaltspunkte. Diese Methode haben bei der Determinierung der ungarischen Xylite MAÁCZ (16) und HARASZTY (11, 12) erfolgreich angewandt.

Wie an der Abbildung deutlich ersichtlich ist, zeigt die Markstrahlenkurve der Xylitproben einen ähnlichen Verlauf wie die der *Sequoia gigantea*.

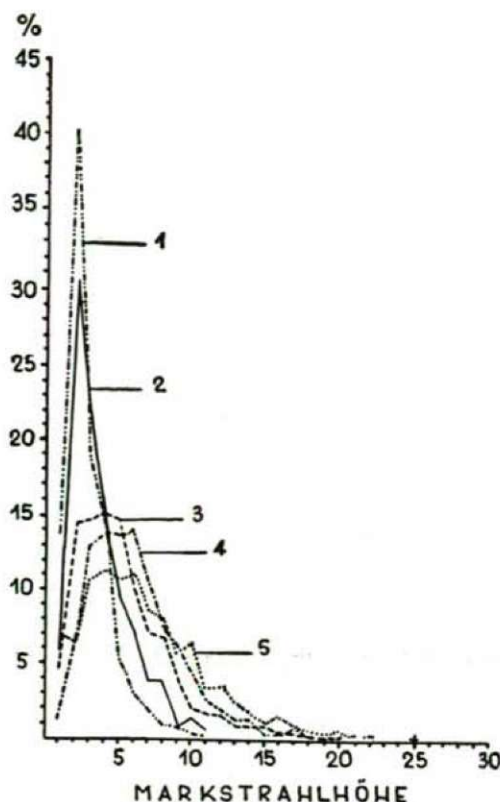


Abb. 1

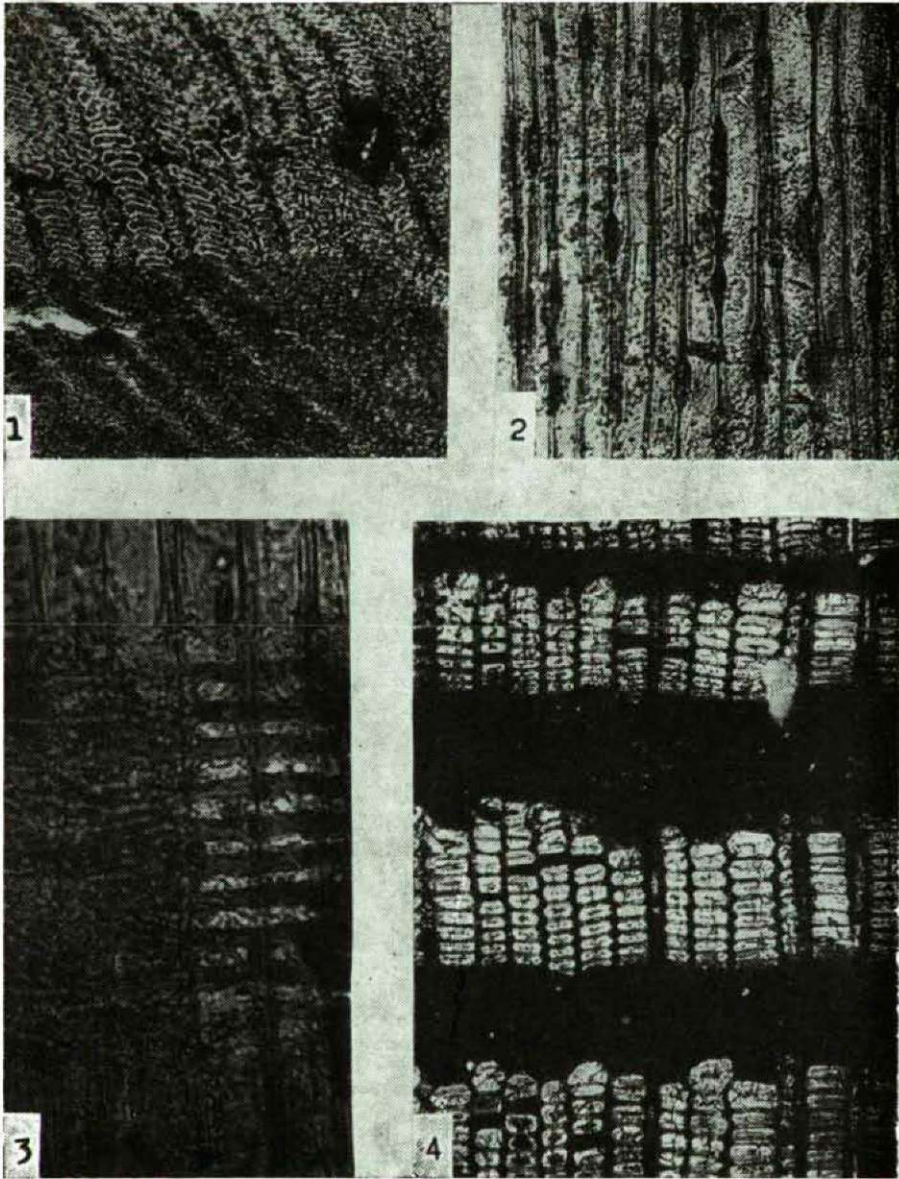
Markstrahlenkurven: 1. Sequoioxylon cf. gigantea aus der Probe Nr. 1; 2. *Sequoia gigantea* rezent; 3—4. Sequoioxylon cf. sempervirens aus der Probe Nr. 3; 5. *Sequoia sempervirens* rezent.

(Die Markstrahlenkurven der rezenten Arten sind das Ergebnis von Originaluntersuchungen.)

Die Horizontalwand des Längsparenchyms ist glatt.

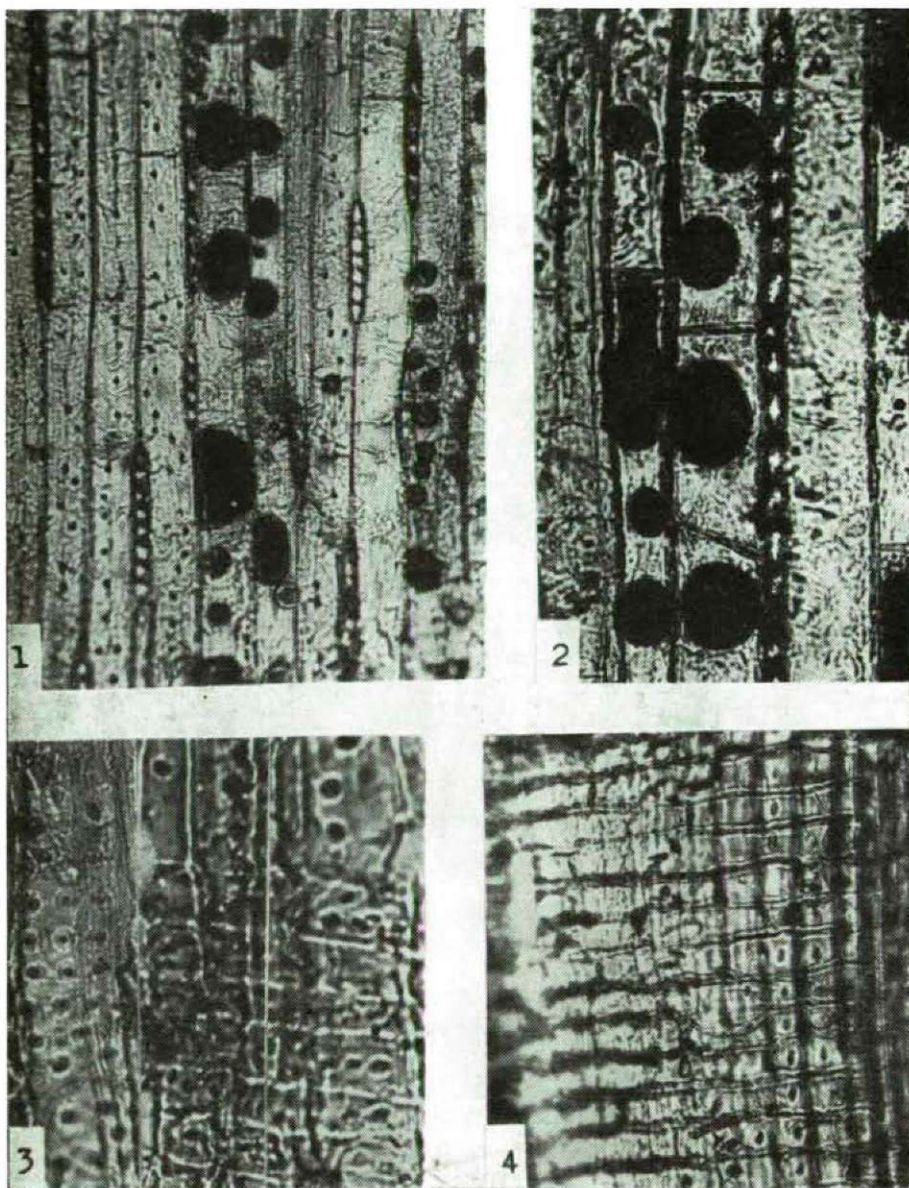
Die Hoftüpfel der radialen Tracheidenwand sind modernen Typs und liegen entweder verstreut oder in zwei Reihen opponiert. In den Kreuzungsfeldern wenig (1—2) taxodioide Tüpfel (Tafel I, 3).

Diese Gewebemerkmale deuten auf die Struktur der *Sequoia gigantea* hin.



1. Sequoioxylon cf. gigantea, Querschnitt 150 x.
2. Sequoioxylon cf. gigantea, Tangentialschnitt 150 x.
3. Sequoioxylon cf. gigantea, Radialschnitt 300 x.
4. Sequoioxylon cf. sempervirens, Querschnitt 150 x.

Tafel II.



1. Sequoioxylon cf. sempervirens, Tangentialschnitt 150 x.
2. Sequoioxylon cf. sempervirens, Tangentialschnitt 300 x.
3. Sequoioxylon cf. sempervirens, Radialschnitt 300 x.
4. Sequoioxylon cf. sempervirens, Radialschnitt 300 x.

Die Struktur des Materials aus den übrigen Bohrungstiefen ist die gleiche, so dass ihre Beschreibung gemeinsam erfolgen kann: An den Querschnitten sind die Jahresringe deutlich sichtbar, die Tracheiden des Spätholzes haben enge Lumina und zeigen daher Fasertracheidenstruktur (Tafel I, 4).

Die Tangentialwand der Tracheiden ist stark getüpfelt (Tafel II, 1). Längsparenchym ist stellenweise reichlich vorhanden, Horizontalwand glatt (Tafel II, 2).

Die Markstrahlen sind eine Zelle breit und ihre Kurven — deutlich von dem vorigen Typ abweichend — mit denen der *Sequoia sempervirens* identisch (Abb. 1, 3—5).

Die Hoftüpfel der Radialwand haben Kreisform und liegen entweder verstreut oder in zwei Reihen opponiert. Die Kreuzungsfelder des Frühholzes enthalten 3—5 (Tafel II, 3) und die des Spätholzes 1—2 Tüpfel (Tafel II, 4). Diese Eigenschaften ermöglichen die Identifizierung der erwähnten Bohrungsproben mit *Sequoia sempervirens*.

Von dem aus der gleichen Bohrung aus 160—161,6 m, 175,4—176,5 m und 204—205 m Tiefe stammenden Material konnte wegen der schlechten anatomischen Erhaltung nur festgestellt werden, dass es sich um Reste eines Baumes mit *Sequoia*-Struktur handelt und die bei Ganna aus 104,9 m Tiefe zutage geförderten Reste nur den Taxodiaceen zugeordnet werden können.

Nomenklatur

Bezüglich der Benennung der fossilen *Sequoia sempervirens*- und *S. gigantea*-Strammreste ist die ungarische Literatur nicht einheitlich. SÁRKÁNY (18) nennt das Braunkohlenmaterial von Várpalota, dessen Gewebestruktur der von *Sequoia sempervirens* ähnelt — im Sinne der Nomenklatur von GOTHAN — (5) *Taxodioxyton sequoianum* (Mercklin) Gothan, während HARASZTY (10, 11, 12) und SIMONCSICS (21) für Fossilien mit gleicher anatomischer Struktur auf Grund der Arbeit von KRÄUSEL (15) die Bezeichnung *Taxodioxyton gypsaceum* (Göpp.) Kräusel benutzen. MAÁCZ (16) verwendet diesen Namen für Funde vom Typ der *Sequoia gigantea*. ANDREÁNSZKY (1, 2) spricht von *Taxodioxyton sequoianum* (Mercklin) Gothan syn. *Taxodioxyton gypsaceum* (Göpp.) Kräusel.

Ähnlich wie in der ungarischen Literatur herrscht diesbezüglich auch in der ausländischen Literatur Unstimmigkeit. So benutzt z. B. ZALEWSKA, der sich in seinem 1953 erschienenen Artikel (23) noch an die Nomenklatur von KRÄUSEL (15) hält, 1955 ähnlich (24), wie HOFMANN (13), KOWNAS (14), MÜLLER—STOLL (17) und SCHÖNFELD (19, 20) die Nomenklatur GOTHANs.

Nach der vergleichenden Arbeit von GREGUSS (7) können die rezenten Sequoiaarten — und ähnlich auch die fossilen Funde (6, 8, 9) — xylotomisch differenziert werden und es ist daher angebracht, auch die ausgestorbenen Genera gesondert als *Sequoioxylon* und *Taxodioxyton* zu bezeichnen. Innerhalb der *Sequoioxylon* lassen sich auch für die beiden heute lebenden Arten charakteristische Merkmale feststellen, wenn auch eine vollkommene Übereinstimmung nicht zu verzeichnen ist. Es erscheint deshalb zweckmässig, von *Sequoioxylon* cf. *sempervirens*- und *Sequoioxylon* cf. *gigantea*- Stammfossilien zu sprechen.

Auswertung der Ergebnisse

Der älteste *Sequoia*-Stammrest Ungarns ist die von GREGUSS (6) mitgeteilte Fossilie von *Ipolytarnóc* aus der burdigalischen Stufe. Aus dieser Periode konnte MAÁ CZ (16) noch einen Typ von *Sequoia gigantea*- und SIMONCSICS (21) einen Typ vom *Sequoia sempervirens*-Stamm nachweisen.

Mit der Braunkohle von *Várpalota*, die nach neueren Untersuchungen aus der tortonischen Stufe stammt (3), haben sich TUZSON (22) und später SÁRKÁNY (18) beschäftigt. Nach Angaben von SÁRKÁNY (18) ist diese Braunkohle aus Bäumen mit *Sequoia sempervirens*-ähnlicher Struktur entstanden. ANDREÁNSZKY und SÁRKÁNY (4) haben neuerdings einen aus *Várpalota* zutage geförderten, in den obigen Typ gehörenden Stammrest mitgeteilt. Nach den Arbeiten von HARASZTY (10, 12) kommen an *Sequoia sempervirens* erinnernde Stämme auch unter den Xyliten aus der tortonischen Stufe bei *Hidas* und unter den in das Pannon gehörenden Xyliten von *Petőfi-bánya* (Petőfi-Grube) vor.

Aus den Braunkohlen von *Herend* und *Szentgál* (12) ist von den *Sequoia*-typen bisher nur der *sempervirens*-artige Stamm nachgewiesen worden, deshalb ist das Vorkommen von Stammfossilien mit *S. gigantea*-Struktur für dieses Gebiet neu.

Zusammenfassung

Das Xylitmaterial der Bohrungsproben stellt sämtlich Überreste von Bäumen der Taxodiaceen dar. Die exakt bestimmbaren Arten sind: *Sequoioxylon* cf. *gigantea* bzw. *Sequoioxylon* cf. *sempervirens*.

Schrifttum

- (1) Andreánszky, G.: Ősnövénytan (Paläobotanik), Akad. Kiadó. Budapest (1954).
- (2) Andreánszky, G.: Der versteinerte Wald von *Mikófalva* und einige verkieselte Baumstämme aus Ungarn. Ann. Biol. Univ. Hung. 1, 15—23 (1951).
- (3) Andreánszky, G.: Az ősnövénykutatások története és a fiatalabb harmadidőszaki flórák időbeli egymásutánja. (Rückblick auf die bisherigen paläophytologischen Forschungen und die zeitliche Gliederung der jüngeren Tertiärfloren in Ungarn) M. Áll. Földtani Int. Évkönyve, 44, 7—14 (1955).
- (4) Andreánszky, G.—S. Sárkány: Adatok a hazai fiatalabb harmadidőszaki fa-törzsek ismeretéhez. (Beiträge zur Kenntnis der verkieselten Baumstämme aus dem ungarischen Jungtertiär. M. Áll. Földtani Int. Évkönyve, 44, 64—69 (1955).
- (5) Gothan, W.: Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermen-Hölzer. Abh. preuss. geol. Landesanst. N. F. 44, 1—108 (1905).
- (6) Greguss, P.: Az ipolytarnóci alsó-miocén kövesedett famaradványok. (Les vestiges de bois silicifié du Miocène inférieur d'Ipolytarnóc.) Földt. Közlöny. 84, 91—110 (1954).
- (7) Greguss, P.: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Akad. Kiadó, Budapest (1955).
- (8) Greguss, P.: Oznaczenie dolno-miocenckiego pnia drzewa z Turowa nad Nysą Luzicką. Acta Geol. Polonica. 5, 273—275 (1955).
- (9) Greguss, P.: Ein Lignit aus dem Miozän von Rixhöft, (*Sequoioxylon Germanicum* n. sp.) Abh. d. Dt. Akad. Wiss. Kl. f. Chem. Geol. u. Biol. 3—10 (1957).

- (10) *Haraszty, Á.*: Petőfibánya barnaszeneinek mikroszkópos vizsgálata. (Die mikroskopischen Untersuchungen der Xylite von Petőfibánya). M. T. A. Biol. Közl. **2**, 243—254 (1953).
- (11) *Haraszty, Á.*: Die mikroskopischen Untersuchungen der Xylite von *Hidas*. Ann. Univ. Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominate. Sect. Biol. **1**, 71—87 (1957).
- (12) *Haraszty, Á.*: Recherches anatomiques sur les xylites d'âge tortonien de Hérend—Szentgál (Hongrie occidentale). Acta Botanica, Acad. Scientiarum Hung. **4**, 233—256 (1958).
- (13) *Hofmann, E.*: Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberösterreich. Paläontographica. **92**, 121—182 (1952).
- (14) *Kownas, St.*: Trzeciorzędowe drewna z Dobrzyńa nad Wisła, Studia Soc. Scient. Torunensis **1**, 1—55 (1951).
- (15) *Kräusel, R.*: Die fossilen Koniferen-Hölzer. Paläontographica. Abt. B. **89**, 83—203 (1949).
- (16) *Maác, J.*: Xylituntersuchung aus dem Kohlenrevier von Borsod. Acta Biol. Szeged. **1**, 41—46 (1955).
- (17) *Müller—Stoll, H.*: Über die Erhaltungsfähigkeit des Holzes tertiärer Bäume und Sträucher. Senckenbergiana **28**, 67—94 (1947).
- (18) *Sárkány, S.*: A várpalotai lignit növényészövettani vizsgálata. (Pflanzenanatomische Untersuchungen am Lignit von Várpalota). Földt. Közlöny. **73**, 449—458 (1943).
- (19) *Schönfeld, E.*: Mitteilungen über Funde aus dem Bornäer Braunkohlenrevier. Neues J. b. Geol. u. Paläontol. **100**, 431—448 (1955).
- (20) *Schönfeld, E.*: Mitteilung über Funde aus dem Bornäer Braunkohlenrevier II. Geologie. **2**, 190—203 (1952).
- (21) *Simoncsics, P.*: Braunkohlenpflanzen aus dem Kohlenrevier von Nógrád. Über einen Fusit von Kányás. Acta Biol. Szeged. **2**, 59—62 (1956).
- (22) *Tuzson, J.*: A balatoni fosszilis fák monográfiája. (Monographie der fossilen Pflanzenreste der Balatonseegegend). Balaton Tudományos Tanulmányozásának eredményei. **1**, 3—55 (1906).
- (23) *Zalewska, Z.*: Trzeciorzędowe szczątki drewna z Turowa nad Nysą Luzicka. Acta Geol. Polonica **3**, 481—543 (1953).
- (24) *Zalewska, Z.*: Trzeciorzędowe szczątki drewna z Turowa nad Nysą Luzicka. Acta Geol. Polonica. **5**, 278—304 (1955).

Anschrift des Verfassers: Assistent Dr. M. KEDVES, Institut für Botanik der Universität, Tánácsics M. 2. Szeged (Ungarn).

ÜBER DIE WIRKUNG VON STERINEN AUF DAS WACHSTUM DER MIKROORGANISMEN

Von

B. MATKOVICS und GY. SIPOS

Organisch—Chemisches Institut der Universität, Szeged
(Eingegangen am 2. Okt. 1958)

Einleitung

Die Untersuchung der Wirkung von Sterinen auf Bakterien und Pilze ging von unserer Beobachtung aus, dass die Quantität des Myzels auf Wirkung des zum Nährboden gegebenen Cholesterins eine augenscheinliche Abweichung zeigt. Als Kontrolle benützten wir die Trockensubstanz des Myzels des Cholesterin nicht enthaltenden Nährbodens.

Nach dem Überblick der Literatur finden wir Angaben zunächst für die chemischen, sowie für die physikalisch-chemischen Eigentümlichkeiten des Cholesterins und Ergosterins; unser literarischer Überblick, sogar auch unsere Experimente beziehen sich auf die Wirkung des Cholesterins und Ergosterins auf Mikroorganismen 1,5. Mit der rapiden Entwicklung der Sterinchemie wurde die Aufmerksamkeit in den letzten Jahren immer mehr auf die praktischen Verwendungsmöglichkeiten gerichtet. Aber neben der Untersuchung der praktischen Anwendbarkeit ist auch die Prüfung des Wirkungsmechanismus, sowie die der Entstehung der Sterinen von Wichtigkeit. In der Literatur findet man zahlreiche, auf Letztere bezügliche Angaben 6, 18, 23.

Unter den physikalisch-chemischen Eigentümlichkeiten von Sterinen ist vor allem die Wirkung auf die semipermeablen Membranen (einbegriffen auch die Zellwände) erwähnenswert. Nach den Untersuchungen von KISZELY erhöht das Cholesterin die Durchlässigkeit der Kollagen und Celloidin Membranen bei Wasser, wasserlöslichen Stoffen und Farbstoffen; das Lezithin hingegen vermindert sie. Wenn das Verhältnis des Lezithins und des Cholesterins entsprechend ist, so wächst die Permeabilität steigernde Wirkung. Ist dagegen das Lezithin im Überschuss, so nimmt sie ab. BÜRGERS (2) wies nach, dass zum Durchgang der Prontozil Bakterie durch die Zellwand die Anwesenheit des Cholesterins notwendig ist. Diese letztere Beobachtung bezeugt, dass die auf das permeable Membranmodell bezüglichen Feststellungen auch im Falle der Bakterien gültig sind. Die oben erwähnten Eigentümlichkeiten des Cholesterins spielen wahrscheinlich eine bedeutende Rolle in der Wirkung der Sterinen auf Bakterien und Pilze, die später erwähnt werden.

Eine seiner wichtigsten Eigentümlichkeiten ist, dass es aus Jodidlösung das Jod zu befreien imstande ist (19).

Von den biochemischen Eigentümlichkeiten ist zu erwähnen, dass das Lezithin die Sauerstoffaufnahme des Muskelgewebes erhöht, das Cholesterin aber dieselbe vermindert (25, 26).

Ausser den schon Erwähnten ist — nach REMEZOV's Untersuchungen (19) — eine sehr interessante Eigentümlichkeit des Cholesterins, dass es den Zerfall des 10⁰/₀-igen Peroxyds zu katalysieren imstande ist. Mit dieser Eigentümlichkeit hängt es zusammen, dass das molekulare und kolloidale dispergierte Cholesterin eine Oxydase-Reaktion aufweist. Es zeigt mit frisch bereitetem Dimethyl-p-phenylendiamin oder mit p-Toluidenamin nach einer Weile eine Verfärbung. Auch Ester und Ölsäure geben die obige Reaktion (20).

Mit Obigem eng verbunden ist die Beobachtung, welche sich auf die Oxydation des Vitamins C bezieht. Man fand, dass Cholesterin und Ergosterin die Oxydation des Vitamins C gegensätzlich beeinflussen. Das Cholesterin beschleunigt, das Ergosterin aber hemmt sie.

Cholesterin und Ergosterin hemmen — obwohl in kleinerem Masse, als Öl- und Linolensäure — die Sauerstoffaufnahme des *Micrococcus pyogenes*. Die Cholsäure und das Lezithin sind imstande diese Wirkung zu parieren (28).

Der grössere Teil der Untersuchungen erwies Cholesterin und Ergosterin als bakteriostatische Wirkung ausübende Stoffe. Damit steht aber im Gegensatz, dass sie die Wachstumsfaktoren mancher Protozoen sind — wie wir es später erwähnen werden.

Es wurde verhältnismässig früh nachgewiesen, dass das Ergosterin und das Vitamin D auf den Tuberkulosebazillus *in vitro* hemmend wirken (17). Auf diesen Beobachtungen beruht auch ihre spätere therapeutische Anwendung. Die Untersuchungen in 1928 fanden das bestrahlte Cholesterin in der Tuberkulose für nicht wirksam. Ausser den obigen gibt es noch zahlreiche Angaben, welche sich mit der hemmenden Wirkung des Cholesterins und Ergosterins auf Bakterien beschäftigen. KODICEK und WORDEN (11) wiesen nach, dass das Cholesterin und Ergosterin das Wachstum und die Milchsäureproduktion des *Lactobacillus helveticus* hemmen.

Das Cholesterin hemmt die fermentative Aktivität der Hefezellen, hindert aber die alkoholische Fermentation. Es ist jedoch am Ende der Fermentation unverändert zurückzugewinnen (8).

Nach BING (1) hängt die wachstumshemmende Wirkung von Ergosterin, Cholesterin, Vitamin D, sogar auch von Kortison mit der steroiden Struktur eng zusammen.

In kolloidaler Lösung (in Verdünnung 1:400) hemmt das Cholesterin das Staphylophag. In grösserer Verdünnung dagegen erhöht es schon seine Wirkung (1:6000—1:100 000). Dasselbe wurde neuerdings von WILLIAMS, SANDHOLZER und BERRY (27) beobachtet.

Nach den Untersuchungen von SCHATZ, SAVARD und PINTNER (22) beeinflusst das Cholesterin das Wachstum der Bakterien und Aktinomyzeten nicht, das Ergosterin dagegen vermindert es bei den meisten.

Die wachstumsteigernde Wirkung des Cholesterins wurde zunächst bei den Protozoen und bei der Larve der Goldfliege beobachtet (9, 10).

Für das Wachstum von *Trichomonas batracorum* (3), von anaeroben Ziliaten und von *Trichomonas columbae* (4) ist es unbedingt notwendig.

SQUIRE und SQUIRE (23) prüften die Wirkung verschiedener Sterinderivate auf verschiedene Bakterien. Sie fanden, dass die Ergebnisse bei den Gram-Positiven aberrant sind, wirken aber auf die Gram-Negative durchaus nicht.

PULAY, KONSANSZKY und MATKOVICS (13, 14, 15) — wie ich es schon erwähnt habe — wir untersuchten die Wirkung des Cholesterins auf *Penicillium chrysogenum* Q 176. Wir fanden, dass das Cholesterin — in Abhängigkeit von seiner Konzentration — das Gewicht des Myzels des obigen Pilzstammes in geschüttelten Kulturen erhöht oder vermindert (1). Auch prüften wir, wie Cholesterin verschiedener Quantität die Penizillinproduktion des vorigen Stammes beeinflusst. Wir fanden, dass schon kleine Konzentrationen des Cholesterins die Penizillinproduktion des Stammes zu vermindern imstande sind. Gleichzeitig nimmt auch der Trockensubstanzgehalt des Myzels ab (2).

Die Abhängigkeit der Wirkung von der Konzentration auf Fettsäure haben schon GOLDSCHMIDT und seine Mitarbeiter im Falle von *Penicillium chrysogenum* Q 176 (7) untersucht. Sie fanden, dass die gesättigten Fettsäuren — in Abhängigkeit von ihrer Konzentration — das Wachstum des Pilzes stimulieren oder hemmen.

Die auf die Wirkung der erwähnten Sterine bezügliche Beobachtung von TAUSZON (24) ist sehr bedeutend; er fand den Trockensubstanzgehalt von *Saccharomyces carlbergensis* und von *Endomyces magnusii* in Anwesenheit von Ergosterin um 6—12% grösser. Ausserdem beobachtete er die Abkürzung der Gärungskapazität und die der Reduktion von Methylenblau. Er erläutert diese Erscheinungen mit der hemmenden Eigenschaft der Ergosterin-Dehydrogenase. Zur selben Zeit war — auf Wirkung des Ergosterins — auch die morphologische Änderung der Zellen zu beobachten.

Von den obigen literarischen Beobachtungen ausgehend bildete die Untersuchung der Wirkung des Cholesterins und Ergosterins auf verschiedene Pilzstämme den Gegenstand meiner Arbeit.

Methoden

In allen Experimenten benutzte ich den folgenden halbsynthetischen Nährboden:

2% Maismarmelade (corn steep liquor)

2% Glukose

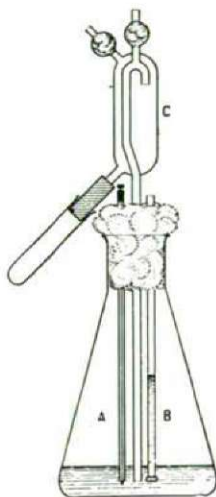
0,1% CaCO_3

1000 ml Leitungswasser

Das pH fand ich nach der Sterilisation für 6,3—6,5. Die Sterilisation wurde 20 Minuten lang bei 110° C vorgenommen. In 1000 ml Erlenmeyerkolben wurde je 300 ml Nährboden gegeben. Mit Stopfen versehen sterilisierte ich ihn bei obiger Temperatur. Wenn wir im Laufe der Entwicklung den Potentialwert gemessen haben, haben wir ausser der Platinelektrode ein unten mit unglasiertem, gebranntem Porzellan verschlossenes Glasrohr eingebaut, welches mit 3% Agar enthaltendem gesättigtem KCl gefüllt wurde. Bei unseren Messungen haben wir die stabförmige gesättigte normal KCl-Elektrode in das Rohr gestellt, welches gesättigtes KCl-Agar enthielt. Dies stellte die andere Messungselektrode dar (16). Mit dieser Methode haben wir den Oxydationsreduktionspotentialwert der Nährböden unter sterilen Umständen messen können. (1. Bild.)

Wir massen das pH an herausgenommenen Mustern. Aus pH und Potentialwerten rechneten wir das rH aus. Wir bringen diese Werte auf *Abbildung 3.* (30).

Die verschiedene Quantität des Cholesterins lösten wir anfangs in warmem Aceton (50 ml), gossen sie in 50 ml Wasser und brachten sie nach der Verdamp-



1. *Abbildung*

A) Pt-Elektrode

B) KCl-enthaltendes Agar-Agar Rohr

C) Probennehmer

fung des Acetons in den Nährboden. Später gossen wir das Cholesterin oder Ergosterin in gemessener Quantität gleich von der Sterilisierung in den Nährboden und so sterilisierten wir es.

Wir machten die Impfung mit der mit 0,9%-igem Kochsalz abgewaschenen Kultur des auf biersaftigem Schrägagar gezüchteten Pilzes.

Wir trockneten das Myzel — das mit Hilfe einer in einen Trichter gelegten Watte abgeseiht wurde — bei 60–70° C in einem Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz, dann extrahierten wir es mit 50–50 ml Chloroform oder Benzol, seiheten das Lösemittel ab, trockneten das Myzel wieder und massen so von neuem sein Gewicht.

Als ich den Nährboden mit 50 ml Chloroform kalt extrahierte, konnte ich mit der bekannten Reaktion von LIEBERMANN—BURHARDT 12 gamma/ml Sterin im Nährboden nachweisen. Die Quantität des Penizillins wurde mit biologischer Wertmessung bestimmt.

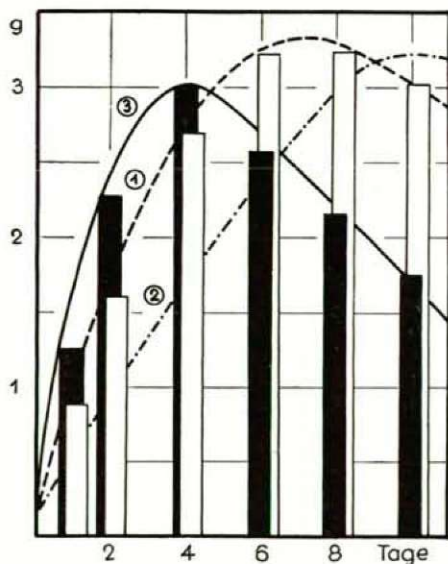
Bewertung der Ergebnisse

Vor der ausführlichen Darlegung unserer Ergebnisse muss ich erwähnen, dass wir schon früher darauf bezügliche Experimente angestellt hatten, wie der *Rhizopus arrhizus*-Stamm, welcher am 11-ten Kohlenstoffatom gewisse Sterinderivate zu oxydieren imstande ist, der verschiedenen Quantität des Cholesterins reagiert. Wir fanden, dass die verschiedene Quantität

des Cholesterins den Trockensubstanzgehalt des Myzels im Falle des obigen Stammes erhöht. Im Zusammenhang mit diesen Experimenten müssen 2 wesentliche Tatsachen bemerkt werden: der benutzte Nährboden weicht von dem oben gegebenen ab; ausserdem wurde durch Extraktion mit Benzol nicht die ganze Cholesterinquantität zurückgewonnen. Das benutzte Cholesterin wurde also entweder als Nährstoffquelle benutzt, oder aber in ein anderes Derivat umgewandelt, dessen Lösbarkeit von der des Cholesterins abweicht. In dieser Beziehung sind unsere Untersuchungen noch nicht zu Ende gekommen.

Ich untersuchte die Wirkung grosser Quantitäten (0,5 g/300 ml Nährboden) von Ergosterin auf Trockensubstanzgehalt und Redox des *Penicillium chrysogenum* Q 176. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden unten ausführlich dargelegt.

Aus zahlreichen parallelen Untersuchungen ergab es sich, dass der Trockensubstanzgehalt des Myzels durch Ergosterin vermindert wird. Die zweite Abbildung zeigt diese Werte mit den bei dem Cholesterin gewonnenen Werten verglichen.

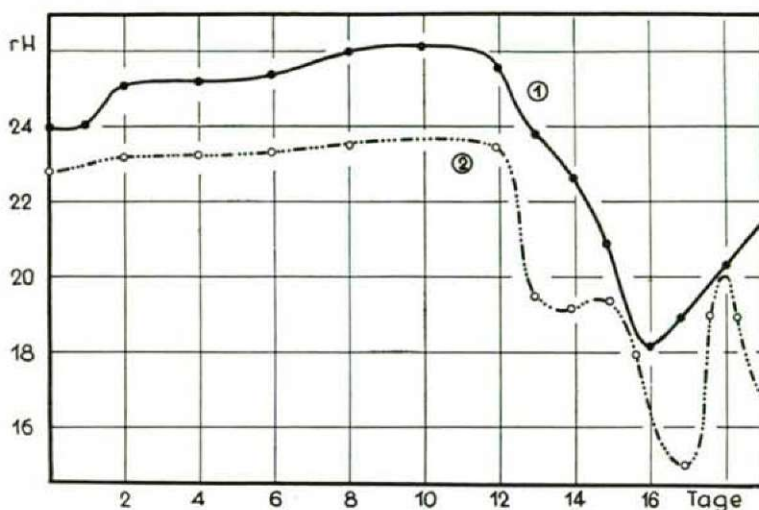


2. Abbildung

1. Trockensubstanzkurve des Cholesterin enthaltenden Nährbodens
2. Myzelgewichtkurve des Kontrollnährbodens
3. Myzelgewichtkurve des Ergosterin enthaltenden Nährbodens

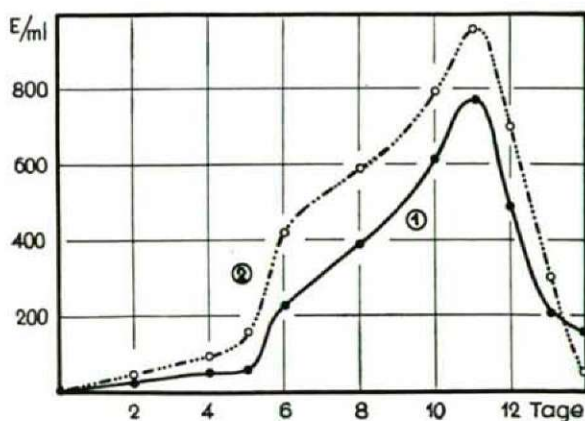
Die 2. Abbildung beweist, dass falls die Wirkung von Cholesterin und Ergosterin auf das Trockengewicht des Myzels bei dem *Penicillium chrysogenum* Q 176-Stamm mit der Kontrolle verglichen wird, gleichzeitig wesentliche Unterschiede zu beobachten sind. Während das Myzelgewicht des Ergosterin enthaltenden Nährbodens anfangs wächst, erreicht das Myzelgewicht

des Nährbodens von Cholesterin in der Mittelphase der Entwicklung das Maximum. Die Kontrollkurve ist gleichzeitig mehr gedehnt und flacher (2. Abb., 2. Kurve). Aus der Abbildung ergibt sich, dass Ergosterin und Cholesterin die Entwicklung des *Penicillium chrysogenum* Q 176-Stammes gleichermassen beschleunigen. Das Ergosterin wirkt am Anfang der Ent-



3. Abbildung

1. rH-Kurve des Ergosterin enthaltenden Nährbodens
2. rH-Kurve des Kontrollnährbodens



4. Abbildung

1. Penizillinwerte des Cholesterin enthaltenden Nährbodens
2. Potentialwerte des Kontrollnährbodens

wicklung, das Cholesterin aber verlängert die Mittelphase der Entwicklung. Eine rapide Autolyse folgt der durch Ergosterin verursachten Entwicklungsbeschleunigung. Auf Wirkung von Ergosterin findet auch die Sporenbildung des Stammes eher statt. Wir haben bei obigem Stamm das Elektrodepotential des Ergosterin enthaltenden, sowie des Ergosterin nicht enthaltenden Nährbodens verglichen; dies hat zu den auf *Abbildung 3*. angegebenen Werten geführt. (Das rH wurde durch die Anwendung von Potentialwerten und pH gerechnet (16). Es geht klar hervor, dass die rH-Werte des Ergosterin enthaltenden Nährbodens über denen des ergosterinfreien Nährbodens stehen.

Es sei noch die unter ähnlichen Umständen untersuchte Wirkung von Cholesterin kurz erwähnt.

Wir haben untersucht, welche Veränderungen im Myzelgewicht von einigen bekannten Mikroorganismen — bei verschiedenen Cholesterin-Konzentrationen eintreten. Die untersuchten Cholesterin-Konzentrationen sind: 0,07, 0,16, 0,2, 0,33%. Das Myzel zeigte eine Veränderung im Trockengewicht — in Abhängigkeit von der Sterinkonzentration. Während das Myzelgewicht des *Penicillium chrysogenum* Q 176-Stammes im Falle der niedrigeren Cholesterinkonzentrationen eine Verminderung zeigt, erhöht während der selben Zeit die Cholesterinkonzentration von 0,33% das Trockengewicht des Myzels.

Wenn wir zur gleichen Zeit die Wirkung der Cholesterinkonzentration von 0,33% auf die Penizillinproduktion untersuchen, gewinnen wir die auf der 4-ten *Abbildung* sichtbaren Werte. Hieraus ersieht man, dass die erwähnte Cholesterinkonzentration die Penizillinproduktion vermindert. Das pH des Cholesterin enthaltenden Nährbodens bleibt immer unter dem des Kontrollnährbodens.

Zusammenfassung: Die Ergebnisse zusammenfassend ist die Folgerung zu ziehen, dass das Cholesterin und Ergosterin auf das Wachstum der Pilze eine Wirkung ausübt. Diese Wirkung offenbart sich im Falle von Cholesterin und Ergosterin in der Beschleunigung der Entwicklung von Pilzen.

Die Klärung des Wirkungsmechanismus ist ein grösseres Problem. In der Literatur sind diesbezüglich ganz verschiedene Meinungen zu finden. Es sind welche, die die Wirkung mit dem während der Fermentation entstehenden Wasserstoffsuperoxid in Verbindung bringen. Es scheint aber wahrscheinlicher und auch unsere Untersuchungen verweisen darauf, dass sowohl das Cholesterin, als auch das Ergosterin die Oberflächenspannung der Nährböden verändert. Diesbezügliche Messungen haben wir nur im Falle einer gewissen Konzentration von Cholesterin durchgeführt. Wir fanden, dass sich die Oberflächenspannung in diesem Falle im Cholesterin enthaltenden Nährboden stalagmometrisch für 56,5 din/cm^2 ergibt, die Oberflächenspannung der Kontrolle war dagegen 53,64 din/cm^2 . Bei Schüttenkulturen bedeutet auch ein so geringer Unterschied in der Oberflächenspannung vom Gesichtspunkt der Lüftung des Nährbodens und von dem der Sauerstoff-Adsorptionsfähigkeit eine wesentliche Abweichung. Vom Gesichtspunkt der Wirkung hält TAUSZON die Dehydrogenase-Hemmung für wichtig; diese Tatsache ist auch in Betracht zu nehmen.

Eine weitere Untersuchung der Frage wäre aufschlussreich.

Schrifttum

- (1) Bing, M.: Growth inhibiting properties of steroids. Brit. Med. J. 846 (1950).
- (2) Bürgers, J.: Ueber den Wirkungsmechanismus von Prontosil und ähnlichen Substanzen Z. Bakt. Parasit. I. Abt. 144, 223—227 (1939).
- (3) Gailleau, R.: Activity of some sterols as growth factors for the flagellate, *Trichomonas* *Columbae*. Compt. rend. soc. biol. 122, 1027—1028 (1936).
- (4) Cailleau, R.: Cholesterol as a growth factor for the flagellate, *Trichomonas* *batracorum*. Compt. rend. soc. biol. 130, 1089—1091 (1939).
- (5) Dorfman, R. I.: Biosynthesis of adrenocortical steroids. Cancer 10, 741—745 (1958).
- (6) Dorfman, R. I.—F. Ungar: Metabolism of steroid hormones. Burgess Publ. Co., Minneapolis, Minnesota (1953).
- (7) Goldschmidt, M. C.—H. Koffler: Effect of surface active agents on penicillin yields. Ind. Eng. Chem. 42, 1819—1823 (1950).
- (8) Hermann, S.—R. Nieger: Effect of Cholesterol and insulin on yeast fermentation. Biochem. Z. 281, 121—127 (1935). (C. A. 30, 740 (1936)).
- (9) Hobson, R. P.: A fat-soluble growth factor required by blow-fly larvae I. Biochem. J. 29, 1292—1296 (1935).
- (10) Hobson, R. P.: A fat-soluble growth factor required by blow-fly larvae II. Biochem. J. 29, 2023—2026 (1935).
- (11) Kodicek, E.—A. N. Worden: Effect of unsaturated fatty acids on *Lb. helveticus* and other Gram-positive microorganisms. Biochem. J. 39, 78 (1945).
- (12) Levin, B. S.—J. Lominszki: Cholesterol and the lytic action of bacteriophage. Compt. rend. soc. biol. 122, 1063—1064 (1936).
- (13) Matkovics B., Pulay G.: Wirkung von Sterinen auf Mikroorganismen I. Teil. Z. Bakt. Parasit., II. Abt. 111, 440—442 (1958).
- (14) Matkovics B., Konsanszky A.: Wirkung von Sterinen auf Mikroorganismen. II. Teil. Z. Bakt. Parasit., II. Abt. 111, 540—542 (1958).
- (15) Matkovics B.: Wirkung von Sterinen auf Mikroorganismen. III. Teil. Z. Bakt. Parasit., II. Abt. 111, 543—545 (1958).
- (16) Matkovics B., Kovács E.: A simple method for rH measuring in microbiological processes. Schw. Z. Path. Bakteriologie. 21, 666—669 (1958).
- (17) Moritz, A. R.: Effect of cholesterol activated by ultraviolet irradiation on growth of tubercle bacilli in vitro. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 26, 43—44 (1928).
- (18) Raab, W.: Antibacterial action of phenanthrene related substances. Science 103, 670—671 (1946).
- (19) Remezov, J.: Physikalisch-chemische Untersuchungen über den kolloiden Zustand von Cholesterin, Cholesterinester und Lecithin IX. Biochem. Z. 269, 63—68 (1934).
- (20) Remezov, J.: Mikro-heterogene Hydroperoxyd-Katalyse durch Cholesterin-Sole. Ber. 67B, 134—140 (1934).
- (21) Rousseau, E.: Photochemical oxidizing power of cholesterol and ergosterol after irradiation with mercury arc light. Compt. rend. soc. biol. 99, 1844—1847 (1928).
- (22) Schatz, A.—K. Sward—I. J. Pintner: Decomposition of steroids by soil microorganisms. J. Bact. 58, 117—125 (1949).
- (23) Squire, E. B.—N. W. Squire: Steroid effect upon bacterial growth. J. Bact. 55, 766—767 (1948).
- (24) Tauszon, T. A.: Physiological effect of ergosterol on yeast and *Endomyces*. Mikrobiologija 17, 127—131 (1948). (C. A. 44, 4078 (1950).)
- (25) Tsuneyoshi, K.: Effect of lipid on the dehydrogenation power of tissue. J. Biochem. (Japan) 7, 267—272 (1927).

- (26) *Tsuneyoshi, K.*: Effect of lipin and allied substances on the oxidative activity of the tissue. *J. Biochem. (Japan)* **7**, 235—258 (1927).
- (27) *Williams, C. H.—L. A. Sandholzer—C. P. Berry*: The inhibition of bacteriophagy by cholesterol and by bacterial and non bacterial phospholipides. *J. Bact.* **40**, 517—527 (1940).
- (28) *Wynne, E. S.—I. W. Foster*: Studies on the effect of C_{18} unsaturated fatty acids on growth and respiration of *Micrococcus pyogenes* var. *aureus*. *J. Infect. Diseases* **86**, 33—37 (1950).

Auschrift der Verfasser: Oberassistent Dr. B. MATKOVICS, und Oberassistent Dr. GY. SIPOS, Institut für Organische-Chemie der Universität, Beloianis-Platz 1., Szeged (Ungarn).

ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE STOFFWECHSEL- PHYSIOLOGISCHEN GRUNDLAGEN DES AKTIVITÄTSWECHSEL DER KARTOFFELKNOLLE

(Physiologische Studien an Kartoffelknollen XVII.)

von

I. SZALAI

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität, Szeged,
(Eingegangen am 28. Dez. 1958)

Einleitung

In Ungarn, insbesondere in der Ungarischen Tiefebene mit ihren trockenen warmen Sommern, erleiden die Knollen der in der landwirtschaftlichen Praxis verwendeten Kartoffelsorten infolge der ungünstigen ökologischen Verhältnisse binnen wenigen Jahren einen so weitgehenden Abbau, daß sie als Saatgut nicht mehr zu gebrauchen sind. Solche Knollen neigen stark zur Bildung von »Fadenkeimen« einerseits und »Tochterknollen« bzw. »Keimknollen« andererseits (Abb. 1 und 2). Von wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus betrachtet ist der Schaden, der aus der auf verschiedene Ursachen zurückzuführenden abnormalen Keimung erwächst, keineswegs zu unterschätzen (1). GRAEBNER (2) sieht den Grund für den Abbau in der Zwangsreifung der Knollen bzw. in der Keimung in trockenem Boden, LYSENKO (3) in der hohen Bodentemperatur, SZIRMAI (4) in ungeeigneten Bodenverhältnissen bzw. in schädlichen Hitzeeinflüssen, BRANDL (5) und KÖHLER (6) in den ungünstigen Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen nach der Aussaat. TAGAWA und OKAZAWA (7) fanden bei der Untersuchung des Einflusses verschiedener Lagerungsbedingungen, daß bei der Aufbewahrung im Trockenen — besonders wenn höhere Temperaturen herrschen — die alten Knollen zur Bildung von »Keimknollen« neigen, während bei feuchter Lagerung dünne (Faden-) Keime zur Entwicklung gelangen. Das Entstehen von Fadenkeimen und Keimknollen führen diese Autoren auf die — je nach den Lagerungsverhältnissen — veränderten Stoffwechselprozesse zurück.

Eine der zuverlässigsten Maßnahmen zur Vermeidung dieser unerwünschten Nachwirkung ist die Sicherung des Bedarfes an Saatknohlen durch Sommerpflanzung, wobei die aus der Frühjahrssaat stammenden frischen (unreifen) gerodeten Knollen zur Sommerpflanzung verwendet werden. Diese Art der Sommerpflanzung ist zweifellos von großer Bedeutung für die

Weiterentwicklung des Kartoffelanbaus in Ungarn, da es sich hierbei im wesentlichen um das einzige Verfahren handelt, welches einen sicheren Erfolg im Kampfe gegen den Abbau der Kartoffelknollen gewährleistet (8).

Es erscheint angezeigt, in Gegenden, in welchen die für die Entwicklung der Kartoffel günstige Jahreszeit lange anhält, jährlich zweimal nacheinander

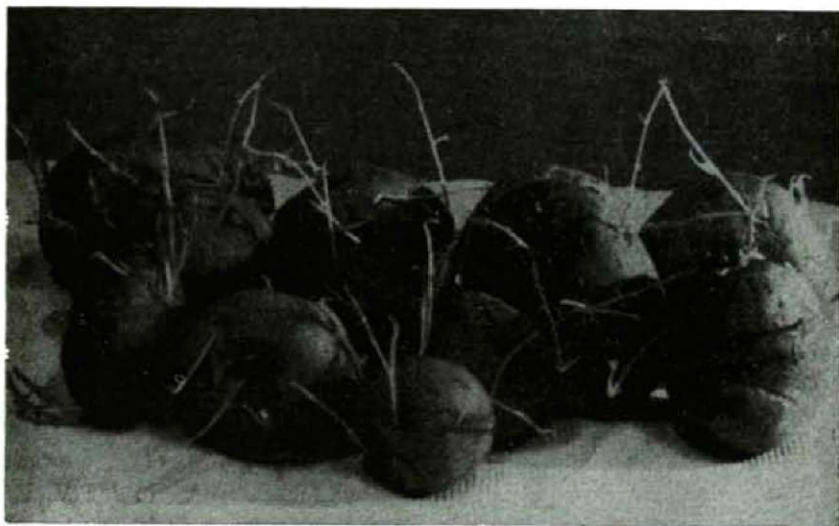


Abb. 1.: Knollen aus Frühjahrsanbau mit »Fadenkeimen«.



Abb. 2.: »Keimknollenbildung« an Knollen der Sorte »Frühe Rose« aus Frühjahrsanbau.

Kartoffel anzubauen, wobei die Knollen der ersten Ernte sofort nach dem Roden erneut gepflanzt werden müssen. Hierbei ist es natürlich nötig, den Ruhezustand der Knollen mit Hilfe eines geeigneten Stimulationsgemisches (z. B. mit »rindite«) zu unterbrechen (9, 10, 11, 12).

Der gestellten Aufgabe entsprechend, hatte ich zwei konkrete Ziele vor Augen: Erstens mußte nach einem chemischen Stimulationsverfahren und einer neuen Pflanzungsmethode gesucht werden, mit der bei einer eventuellen Einführung im landwirtschaftlichen Großbetrieb die Pflanzung mit frisch geernteten Knollen im Sommer relativ leicht und rentabel zu verwirklichen ist. Zweitens strebte ich eine Antwort auf die Frage an, welche Unterschiede bzw. Übereinstimmungen in den charakteristischen Stoffwechselprozessen in spontan sprossenden und künstlich stimulierten neuen Knollen vorhanden sind. Der ersten Zielsetzung gemäß habe ich mehrere Feldversuche — zur unmittelbaren Unterstützung der landwirtschaftlichen Praxis (13, 14) — eingeleitet und durch Laboratoriumsbeobachtungen ergänzt (15), während ich mit der Verwirklichung des zweiten Zieles die physiologischen Grundlagen dieser wichtigen volkswirtschaftlich bedeutsamen Frage aufzuklären trachtete (16, 17, 18, 19, 20, 1, 22, 23, 24, 25, 26).¹

Besprechung der Versuchsergebnisse

I. Aus den unmittelbar praktischen Zwecken dienenden, durch Laboratoriumsuntersuchungen ergänzten Feldversuchen lassen sich folgende wichtige Schlußfolgerungen ziehen:

1. Die mit Rindite² behandelten neuen Kartoffelknollen können zur Herstellung eines einwandfreien Saatgutes verwendet werden. Da mit dieser Methode aus ein und derselben Knolle zwei Generationen aufgezogen werden können, lassen sich in einem Jahre zwei Ernten erzielen (12, 14).

2. Der Ruhezustand unserer Kartoffelsorten ist von verschiedener Dauer, daher reagieren die vorzeitig (in unreifem Zustande) gerodeten, neuen Knollen in diesem Frühstadium ihrer ontogenetischen Entwicklung auf gleich hohe Rindite-Konzentrationen und gleiche Behandlungsdauer nicht einheitlich. Manche Sorten sind leichter, andere schwerer zur Sprossung anzuregen. Aus diesem Grunde sind zur Erreichung einer raschen und gleichmäßigen Keimung je nach der betreffenden Sorte verschiedene Rindite-Dosen und Behandlungszeiten notwendig. Mit anderen Worten: Auf eine Behandlung mit Rindite reagieren die einzelnen Kartoffel-Sorten recht unterschiedlich (15). Dies ist teilweise auf solche morphologische und physiologische Faktoren zurückzuführen, wie z. B. verschiedene Dicke der Korkhaut bzw. des Periderms, ungleichmäßige Entwicklung der Knollen, bei den einzelnen Sorten, die nicht oder nur schwer eliminierbare Fehlerquellen darstellen. Andererseits ist die Ursache für die vorkommenden Abweichungen in Viskositäts-Unterschieden des Plasmas (27) und in den quantitativen Beziehungen zwischen

¹ Die bei den Untersuchungen angewandten Methoden, sowie die Beschreibung der in den Versuchen verwendeten Kartoffelsorten können den zitierten Arbeiten entnommen werden.

² Rindite = Ein Gemisch aus Äthylenchlorhydrin, Äthylendichlorid und Tetrachlorkohlenstoff im Verhältnis 7:3:1 (Denny, 1945).

den natürlichen Förderungs- und Hemmstoffen (26) zu suchen. Es gibt Sorten, bei denen eine sehr breite Skala der Rindite-Konzentration und der Behandlungsdauer anwendbar ist, während andere Sorten bereits auf kleinere Veränderungen mit auffallenden Reaktionen antworten. So lösen z. B. relativ schwache Konzentrationen (0,2—0,4 ml/kg) den Keimungsbeginn eher aus, während verhältnismäßig hohe Konzentrationen (0,8 ml/kg) in Abhängigkeit von der Einwirkungszeit die Keimung später veranlassen; dafür geht dann aber die Entwicklung der ausgetriebenen Keime intensiver vor sich (11).

3. Die Bestimmung der anzuwendenden Rindite-Dosis und der Behandlungsdauer ist nie von absolutem Wert, weil die Größe und der Reifezustand der zur Behandlung verwendeten Knollen nicht einmal bei ein und derselben Sorte gleichmäßig sind. Diese Feststellung ist vollkommen berechtigt, wenn wir bedenken, daß die Knollen unter ein und derselben Staude nicht nur hinsichtlich ihrer Größe, sondern auch betreffs ihres Alters verschieden sind. Auch wenn man bei der Verpflanzung die extremen, d. h. die kleinsten und größten Knollen der Population nicht verwendet, können immer noch beträchtliche Abweichungen unter den zur Aussaat gelangenden Knollen bestehen. Aus diesem Grunde können die zur künstlichen Triebanregung als geeignet befundenen Konzentrationen und Behandlungszeiten stets nur mit gewisser Wahrscheinlichkeit die optimalen Verhältnisse angeben (11, 12).

4. Eine weitere wichtige Tatsache, die hier betont werden muß, ist, daß die Knollen sich im Augenblick der Behandlung in einer bestimmten Phase der Ontogenese befinden. Wir stehen also nie einem statischen Zustand, sondern ständig wechselnden dynamischen Vorgängen gegenüber. Die anzuwendende Konzentration wird also außer von dem Reifezustand der Knollen auch durch den Umstand beeinflusst, wie lange Zeit zwischen Rodung und Behandlungsbeginn verstrichen ist. Je reifer die Knollen bzw. je später sie gerodet werden, um so schwerer keimen sie, um so höhere Konzentrationen müssen zur Aufhebung des »Ruhezustandes« herangezogen werden. Die Lagerung nach der Rodung, die mehrere Tage hinausgeschobene Behandlung, hat bereits einen schlechteren Keimungsprozentsatz zur Folge, als wenn die Behandlung innerhalb von 1—2 Tagen eingeleitet wird (12).

5. Endlich muß noch auf einen besonders interessanten Zusammenhang hingewiesen werden. Wenn wir die Sorten nach dem Mengenverhältnis des Gehaltes an N-haltigen und kohlehydratartigen Verbindungen ordnen, so nehmen an dem einen Ende dieser Reihe die mit »Rindite« leicht zum Keimen anzuregenden und an dem anderen die schwer zu stimulierenden Platz, d. h. diejenigen Sorten, welche im Verhältnis zu den löslichen Kohlehydraten relativ hohe Stickstoffmengen enthalten, sind mit Rindite leichter zum Keimen zu bringen und treiben schneller — und vor allem gleichmäßiger — als diejenigen mit relativ niederem Anteil an N-Substanzen (Tabelle 1).

II. Ich habe auch einzelne typische Stoffwechselprozesse bei spontan keimenden und mit Rindite behandelten jungen Knollen mehrerer Kartoffelsorten, darunter die quantitativen Veränderungen des Gehaltes an Vitamin C, stickstoffhaltigen Verbindungen und besonders an freien Aminosäuren, sowie ferner die Gestaltung des Tryptophan- und Wuchsstoffverhältnisses

Tabelle 1

Ergebnisse der vergleichenden Analyse einiger Kartoffelsorten. Mittelwerte aus jeweils 3 Parallel Analysen aus Durchschnittsproben von jeweils 30 Knollen.

Sorte	Wassergehalt	Trockensubstanz- gehalt	Verhältnis N K Substanzen*	Keimungsprozentsatz nach 24 - stündiger Behandlung mit 0,8 ml/Kg Rindite
	der Knollen			
	in %	in %	in %	
Frühe Gelbe	78,8	21,2	1,13 : 98,87	95—98
Frühe Rosen	78,2	21,8	1,02 : 98,98	92—96
Ella	75,7	24,3	0,77 : 99,23	61—65
Gül-Baba	78,6	21,4	0,39 : 99,61	30—34

* N = Stickstoffhaltige organische Substanzen, K = lösliche Kohlenhydrate.

im Laufe der Keimung in den einzelnen Sektoren der Knollen untersucht, um einerseits einen Einblick in die Lebensvorgänge der sogenannten »ruhenden« und andererseits der sprossenden Kartoffelknollen zu gewinnen.

In diesen Stoffwechselprozessen der Knollen konnten mehrere Erscheinungen beobachtet werden, welche bei gewisser Vorsicht Schlußfolgerungen auf die typischsten Stoffumwandlungen sowohl der spontan keimenden, als auch der mit dem Stimulationsgemisch behandelten Knollen und in gewisser Beziehung auch auf die Ontogenese derselben zulassen.

1. Die Verfolgung der quantitativen Veränderungen des Vitamin C-Spiegels erschien von mehreren Gesichtspunkten erwünscht. Nach einer Mitteilung von PROKOSCHEFF (28) im Jahre 1947 steht die Vitamin C-Synthese in engem Zusammenhang mit der Menge bzw. dem Vorhandensein des Glutathions. Aus dem Ansteigen des Glutathion-Gehaltes kann auf einen erhöhten Vitamin C-Gehalt geschlossen werden. Nach einer Mitteilung aus dem Jahre 1952 von IRION und FISCHNICH (29) sind diese Zusammenhänge auch in den mit Rindite stimulierten Kartoffelknollen zu beobachten. RAADTS (3) dagegen wies nach, daß die reduzierte Ascorbinsäure und ihre oxydierte Form ein sehr wirksames Redoxsystem darstellen, welches die Wachstumsmechanismen durch Oxydation beeinflussen. Dies sind sehr wichtige, aber anscheinend einander widersprechende Literaturangaben, denn einerseits nimmt die Vitamin C-Menge in den keimenden Knollen zu und andererseits hemmen die beiden Formen des Vitamin C(RAS und DAS) als Redoxsysteme die Wirkung der über ein β -Indolgerüst verfügenden natürlichen Wachstumsstoffe. Gegenüber diesen theoretischen Feststellungen aber zeigen die praktischen Beobachtungen, daß die über den Ruhezustand hinausgegangenen Kartoffelknollen — sofern die Voraussetzungen für eine Keimung gegeben sind — intensiv sprossen und somit der von RAADTS angenommene Mechanismus entweder nicht in Funktion tritt oder aber eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Zur weiteren Klärung der Frage schien ein Vergleich des Vitamin C-Spiegels der spontan keimenden und der mit Rindite angeregten jungen Knollen

wünschenswert (23, 24). In den spontan keimenden Knollen nimmt die Vitamin C-Menge (Abb. 3) nach der anfänglichen Senkung zwar zu — jedoch geht der Anstieg nicht über den Ausgangswert hinaus — um dann stark abzusinken. Nach meinen eigenen Versuchsergebnissen lässt sich die Gestaltung des Vitamin C-Spiegels in den spontan keimenden Knollen mit dem von RAADTS vermuteten Mechanismus gut in Einklang bringen. In den mit

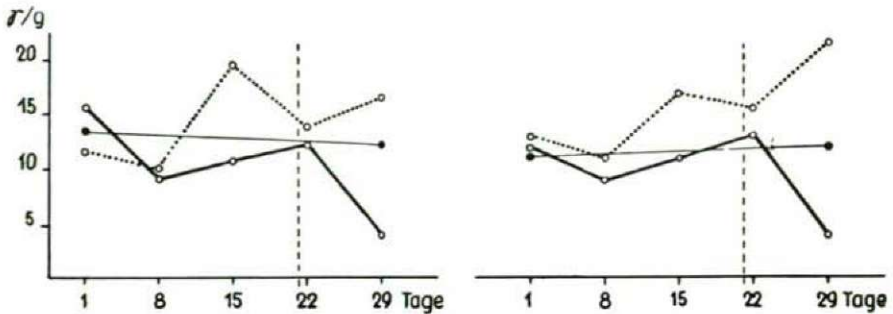


Abb. 3.: Die Gestaltung der Vitamin C-Durchschnittskurven der Knollen im »Ruhezustand« bzw. in den unbehandelten (Kontroll) Knollen (feine Linie), im Laufe der spontanen Keimung (fett ausgezogene Linie) und in den mit Rindite stimulierten neuen Knollen (gestrichelte Linie). Die linke Abbildung bezieht sich auf die Sorte »Kisvardaer Rose« und die rechte auf die Sorte »Ella«.

Rindite stimulierten Knollen dagegen erfährt die Vitamin C-Menge nach dem 22. Tage wieder eine Erhöhung, was auf eine Funktionshemmung der Auxine hindeutet.

Die quantitativen Veränderungen der β -Indolessigsäure in den spontan keimenden Knollen lassen erkennen, dass die Verminderung des Vitamin C-Gehaltes und die Erhöhung des β -Indolessigsäure-Niveaus mit dem erwähnten Mechanismus in Einklang zu bringen ist (Abb. 4). Die Vitamin C-Kurve der mit Rindite behandelten jungen Knollen dagegen zeigt nach vorübergehender Abnahme steigende Tendenz, während gleichzeitig die β -Indolessigsäure nach vorübergehendem Anstieg sinkt, was mit dem RAADTSSchen Mechanismus ebenfalls nicht im Widerspruch steht (Abb. 4). Es liegt mir fern anzunehmen, die Vorgänge wären in solch einfacher Weise miteinander verknüpft, etwa in der Weise, daß zwischen Vitamin C und Wuchsstoffhaushalt ein unmittelbarer Reaktionszusammenhang bestünde. Ich möchte hier nur auf die in dieser Hinsicht bestehende Parallelität der Erscheinungen aufmerksam machen.

2. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt, mit dem ich mich im Laufe meiner Untersuchungen befaßt habe ist die quantitative Veränderung im Bereich der *N*-haltigen Verbindungen und insbesondere der freien Aminosäuren. Meine Studien (16—21) haben in dieser Frage einerseits durch Vergleich der verschiedenen Sorten, andererseits durch fortlaufende Untersuchung der Stoffwechselveränderungen in den verschiedenen Teilen der Knollen neue Ergebnisse geliefert. Es war bereits bekannt, daß in der initialen Phase der Keimung die Reserveweiße abgebaut werden und gleichzeitig die

Menge der Aminosäuren rasch zunimmt. Meine Untersuchungen bedeuten insofern einen Fortschritt, als sie einen tieferen Einblick in den Verbrauch des sog. »löslichen N« gestatten. Namentlich die Menge des Amino-N wird nicht in dem Maße gesteigert wie die des »löslichen N«. Bei der Identifizierung der Flecken an den Papierchromatogrammen (17, 19, 22) deuten alle Anzeichen darauf hin, daß die fehlende Menge zum größten oder wenigstens

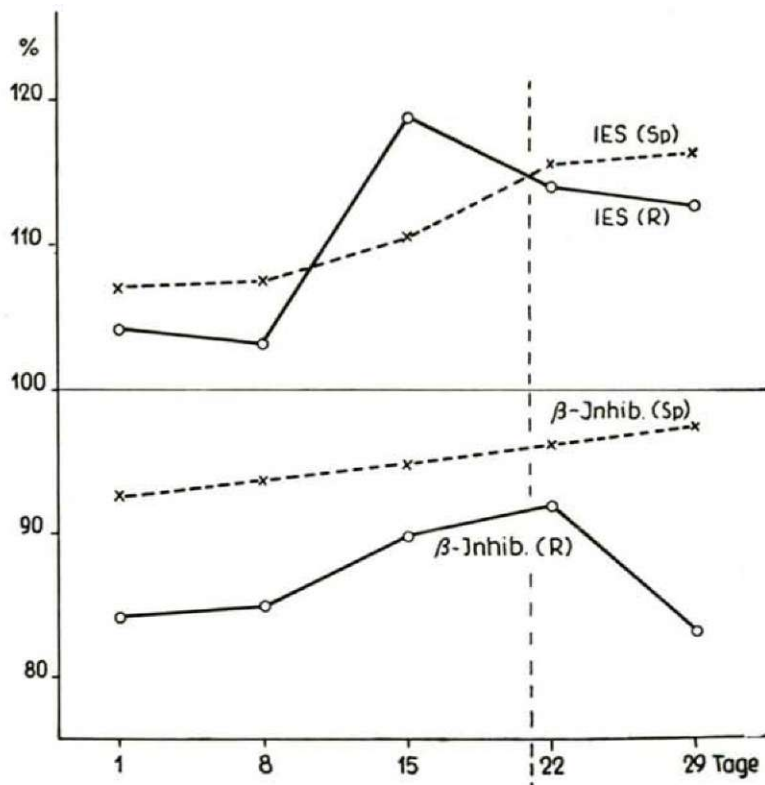


Abb. 4.: Die quantitative Veränderung der IES- und der β -Inhibitorenmenge in spontan keimenden (Sp) und in mit Rindite behandelten jungen Kartoffelknollen (R) im Laufe der Keimung. Die gestrichelte senkrechte Linie deutet den Zeitpunkt des Erscheinens der Triebe über der Erde an. An der Ordinate ist die Streckung der Avena-Koleoptylzylinder in Prozent der Kontrollen und an der Abszisse die Zahl der Tage nach der Behandlung angegeben.

zu einem bedeutenden Teil zur Glutathionsynthese verbraucht wird. Da der Glutathiongehalt im Laufe der Keimung rasch zunimmt, war die Annahme berechtigt, daß die fehlende Menge an »löslichem N« in dem entstandenen Glutathion zu suchen ist (Abb. 5).³

³ Nach Frau Dr. Ginterowa (Bratislava, CSR) wird außerdem auch Glutamin und Asparagin gebildet (Ex. verb.).

3. Die im Verlaufe der Keimung beobachteten Veränderungen der *freien Aminosäurenmenge* weisen auf einige weitere interessante und beachtenswerte Umstände hin (21). In den spontan keimenden Knollen ist die proteolytische Aktivität erhöht; infolge der gesteigerten Eiweißmobilisierung

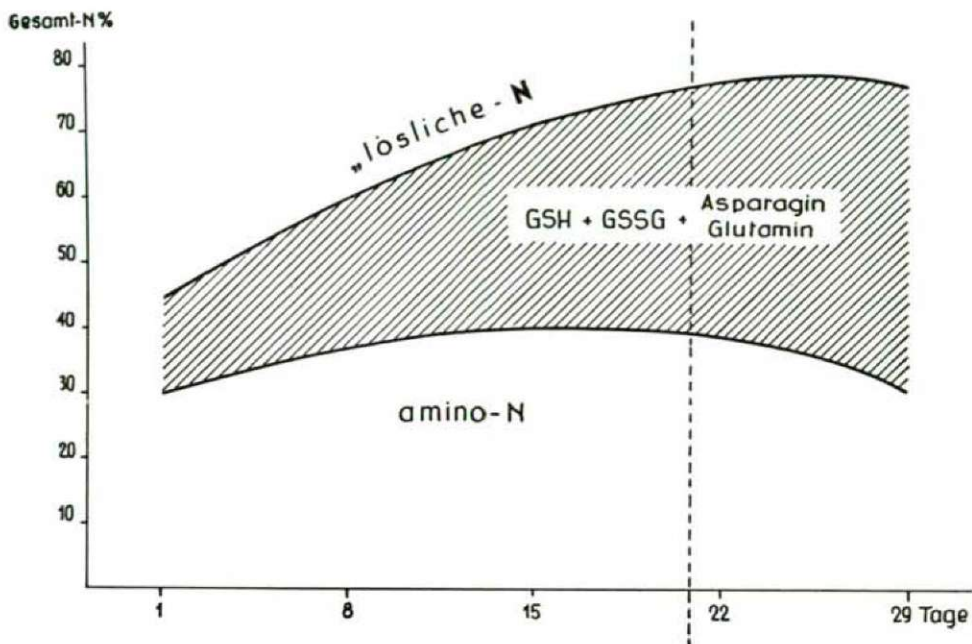


Abb. 5.: Die Gestaltung des Gehaltes der mit Rindite behandelten jungen Knollen an »löslichem N«, GSH und Amino-N im Laufe der Keimung in Gesamt-N-% ausgedrückt.

steigt die Menge der freien Aminosäuren schneller an als in den mit Rindite behandelten Knollen (Abb. 6); das Maximum wird im ersten Fall bereits am 15. Tage erreicht, dann setzt ein rapides Absinken ein, während in den stimulierten Knollen auch noch am 22. und 29. Tage eine Zunahme zu verzeichnen ist (z. B. bei der Sorte »Ella«). Die Triebe der spontan keimenden, vorjährig geernteten Knollen gelangen infolgedessen bei Sommerpflanzung schneller zur Entwicklung. Demnach kann die Verminderung der freien Aminosäuren in den spontan keimenden Knollen teils mit dem intensiven Wachstum der Triebe und teils mit dem Nachlassen der proteolytischen Aktivität im Zusammenhang stehen. In den mit Rindite behandelten Knollen dürfte die vorübergehende Verminderung der freien Aminosäuren mit einem erhöhten Verbrauch an Aminosäure zur sekundären Proteinsynthese zusammenhängen.

4. Besonders interessant waren die Feststellungen über die Mengenveränderungen des *Glutathions* (GSH) und des *Tryptophans* (TTP) (21–25). Der Umstand, daß nach Rindite-Behandlung der GSH-Gehalt des Gewebes der Knollen bei sämtlichen Sorten zunimmt, weist darauf hin, daß das GSH

irgendeinen Einfluß auf die Unterbrechung des Ruhezustandes ausübt, und zwar möglicherweise durch Beschleunigung von Vorgängen, die in enger Beziehung zur Unterbrechung der Ruhephase stehen. Eine typische und wesentliche Eigenschaft der Papaine ist, daß sich ihre Wirkung in Gegenwart

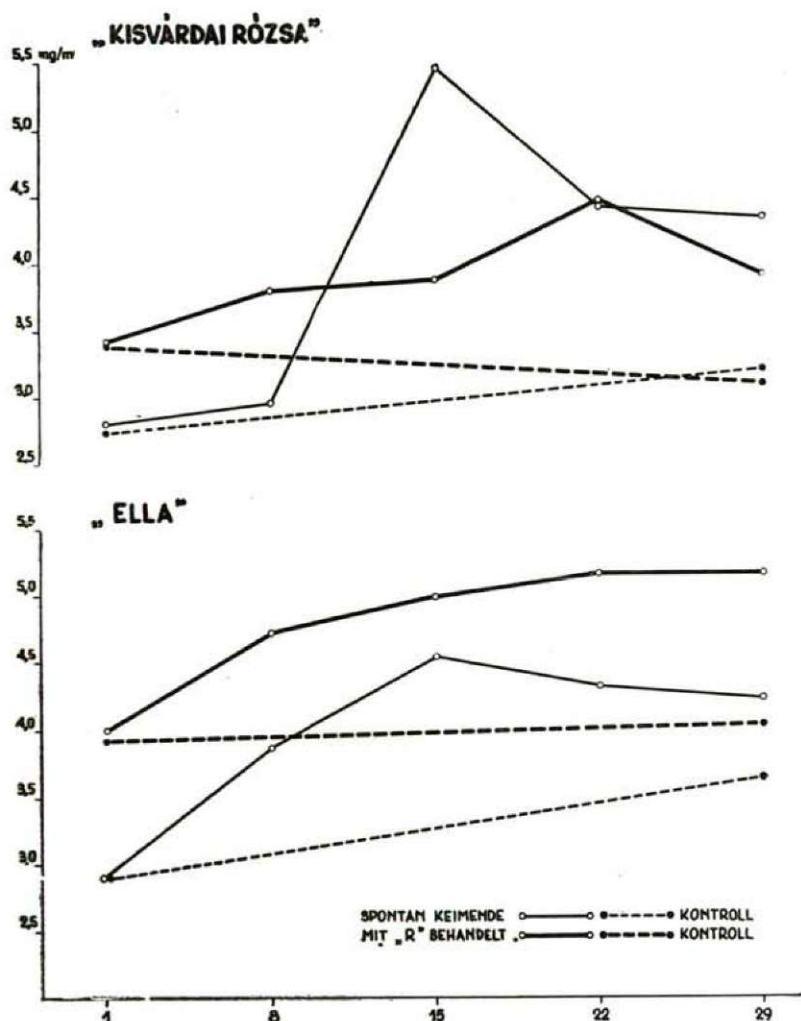


Abb. 6.: Durchschnittskurve der freien Aminosäuren in den spontan keimenden »alten« und in den mit Rindite stimulierten »jungen« Knollen, am 1., 8., 15., 22. und 29. Tage des Versuches.

von SH-Gruppen enthaltenden Verbindungen, z. B. GSH, bedeutend verstärkt. Die Erklärung für die papainaktivierende Wirkung des GSH ist, daß es die oxydierten Papainmoleküle erneut reduziert, während es selbst (zu GSSG) oxydiert wird. In diesem Sinne ist der Ruhezustand der Knollen biochemisch

gesehen nichts anderes, als eine Hemmung bzw. Inaktivierung der proteolytischen Enzyme.

5. Für die Bildung der wachstumsfördernden Indol-Verbindungen dürfte hauptsächlich das *freie* TTP in Frage kommen, welches im Hinblick auf die Wachstumsgeschwindigkeit der Sprosse besonderem Interesse ist. Die Verhältnisse bezüglich der gebundenen TTP interessierten uns hierbei nur indirekt, da anzunehmen ist, da die während der Keimung beobachtete, oft beträchtliche Abnahme mit einer Umwandlung in freies TTP zusammenhängt (Abb. 7.) Höchstwahrscheinlich ist die Verringerung des gebundenen TTP

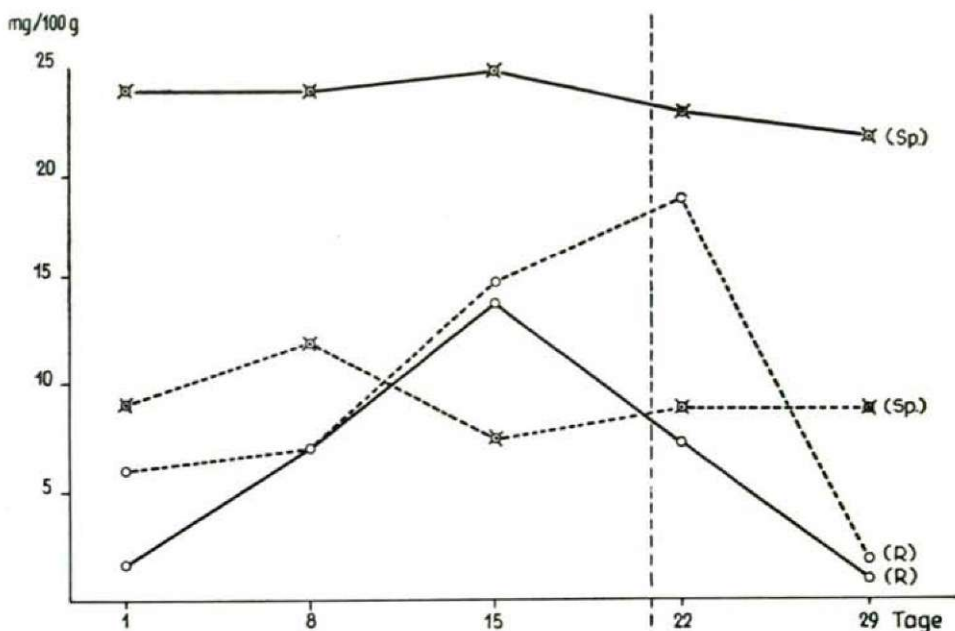


Abb. 7.: Die Veränderung des gebundenen (fortlaufende Linie) und des freien Tryptophangehaltes (gestrichelte Linie) in den spontan keimenden »alten« Knollen (Sp) und in den mit Rindite stimulierten »jungen« Knollen (R) im Laufe der Keimung bei der Sorte »Kisvardaer Rose«.

in den einzelnen Knollensektoren darauf zurückzuführen, daß dieses in freies TTP umgewandelt wird; dieses kann teils in Stoffe mit Wuchsstoffcharakter umgewandelt, teils aber in andere Abschnitte der Knollen transportiert und dort als freies TTP gespeichert bzw. bei sekundären Synthesen erneut verwendet werden (20). Im Vergleich mit der unbedeutenden Schwankung der freien TTP-Mengen in spontan keimenden Knollen ist die quantitative Veränderung des TTP bei den mit Rindite behandelten Knollen eine sehr beträchtliche (25).

6. In den frisch geernteten und zur Keimung gebrachten Kartoffelknollen erfährt die *Wuchsstoffmenge* (IES) eine rasche Zunahme während die Hemmstoffe vermindert werden (Abb. 4). Auf die IES-Erhöhung im apicalen Abschnitt der Knollen folgt — entsprechend dem Entwicklungsgrade der

Sprosse — bereits am 15. Tage eine Abnahme. Der β -Inhibitor, der bei Versuchsbeginn in großen Mengen vorhanden ist, nimmt im allgemeinen schnell ab, um aber nach dem 22. Tage wieder anzusteigen (26). In den spontan keimenden Knollen vollzieht sich dagegen der IES-Anstieg viel langsamer, aber kontinuierlicher, während die Hemmstoffe schließlich völlig verschwinden (31).

Schlußfolgerungen

1. Die dynamischen Vorgänge beim N-Stoffwechsel eröffnen die Möglichkeit, die »Ruheperiode« der Kartoffelknollen in physiologischer Hinsicht in zwei Phasen zu teilen:

a) In der *ersten Phase*, in welcher der Reife- (Nachreife) Prozess vollendet wird, klingen die synthetischen Vorgänge namentlich beim N-Haushalte allmählich ab.

b) In der *zweiten Phase* setzen in Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen (bei der Beendigung der natürlichen »Ruhe« oder infolge einer Behandlung mit Stimulationsgemischen) früher oder später diejenigen Mobilisationsvorgänge ein, als deren sichtbares Zeichen sich die Knospen — je nach Sorte zu verschiedenen Zeitpunkten — zu entwickeln beginnen.

Demnach ist dieser Wendepunkt in der Richtung der Stoffwechselprozesse; sowie die vorausgehende und nachfolgende kürzere oder längere Zeitspanne als »Ruhezustand« zu betrachten, während der die Intensität der Lebensvorgänge nicht oder kaum meßbar ist. Diese Periode in der Ontogenese der Kartoffelknollen hält bei den gelagerten Kartoffeln länger an als z. B. in den mit Rindite behandelten, in welchen bereits nach einigen Tagen die bis dahin noch ablaufenden Syntheseprozesse in Hydrolysevorgänge umschlagen.

Auf Grund des Gesagten müssen die quantitativen Veränderungen im N-stoffwechsel als ein für den Beginn der Aktivitätsperiode bedeutender und charakteristischer Faktor betrachtet werden.

2. Die bisher vorliegenden Versuchsdaten sind zur Entscheidung der Frage, ob das GSH der einzige Faktor ist, welcher für die Unterbrechung des Ruhezustandes der Knollen maßgeblich ist, noch nicht ausreichend. Die Tatsache, daß der GSH-Gehalt der spontan keimenden Kartoffeln nicht so schnell steigt wie der der mit Rindite behandelten, ist kein Beweis gegen die Annahme, daß das GSH bei der Unterbrechung des Ruhezustandes mit beteiligt ist. Es enthalten nämlich die spontan keimenden Knollen eine gewisse Menge GSH, und diese kleine Menge bewirkt innerhalb einer längeren Zeitspanne dasselbe, wie größere Mengen innerhalb einer kürzeren Zeit. Dies dürfte besonders dann zutreffen, wenn das GSH chemische Umsetzungen — wie z. B. die Papainaktivierung — beschleunigt, die mit der Unterbrechung der »Ruheperiode« in einem engeren funktionellen Zusammenhang stehen als das GSH selbst.

3. Der Verlauf der untersuchten Stoffwechsel-Prozesse läßt erkennen, daß in den spontan keimenden Knollen mit Beginn des autotrophen Lebens der oberirdischen Sprosse allmählich der Zerfall einsetzt. Demgegenüber beginnt in den mit Rindite behandelten jungen Knollen — welche ohne Behandlung noch dem Höhepunkt der »Ruheperiode« zustreben würden — in

der dritten Woche nach der Behandlung der Vitamin C-Gehalt wieder zu steigen. Dieser Zeitpunkt fällt mit dem Beginn des autotrophen Lebens der Sprosse zusammen, wenn auch die Abwanderung des Vitamin C und der freien Aminosäuren aus den Knollen in die oberirdischen Sprosse aufhört. Demnach wird der Stoffwechselcharakter der stimulierten Knollen durch die Behandlung nur vorübergehend verändert, höchstwahrscheinlich infolge der Entwicklung der oberirdischen Sprosse. Nach dem Abklingen der Rindite-Wirkung und nach dem Übergang der Sprosse zur autotrophen Lebensweise verlaufen die Stoffwechselvorgänge wiederum entsprechend dem ontogenetischen Zustand der Knollen, d. h. sie unterliegen keinem Zerfall.

4. Nicht nur im Stoffwechsel des Vitamin C und der freien Aminosäuren, sondern auch in dem der wachstumshemmenden und -fördernden Stoffe ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Knollen verschiedenen physiologischen Alters zu erkennen. Wenn die Sprosse autotroph geworden sind, kehrt der Stoffwechsel der stimulierten Knollen wieder in diejenigen Bahnen zurück, welche für den jeweiligen physiologischen Alterszustand charakteristisch sind. So wird es verständlich, weshalb in den mit Rindite behandelten Knollen nach dem Austreiben der Sprosse die Synthese des freien TTP aufhört und auch die IES-Menge wieder abnimmt, bzw. weshalb der β -Inhibitor erneut in größeren Mengen zur Anreicherung gelangt.

Schrifttum

- (1) Dohy, J.: Adatok a burgonya kóros csírázásának ismeretéhez. Mosonmagyaróvári Mezőgazdasági Akadémia Évkönyve **39**, (1954/55).
- (2) Graebner, L.: Krankheiten durch ungünstige Bodenverhältnisse (in: Sorauer: Handb. d. Pfl. krankheiten 5. Auf. 1924).
- (3) Liszenko, T. D.: Agrobiológia. Mezőgazdasági Könyv és Folyóirat Kiadó. Budapest, 1950.
- (4) Szirmai, J.: A burgonya leromlásának ökológiai és vírusos tényezői. Növényvédelmi Kut. Int. Évkönyve, **6**, (1951).
- (5) Brandl, H.: Die Knöllensucht bei Kartoffeln. Die Landwirtschaft. Wien, (1930).
- (6) Köhler: Dei Knöllensucht der Kartoffel. Nachrichtenblatt d. Deutschen Pflanzenschd. **7**, (1927).
- (7) Tagawa T. and Y. Okazawa: Physiological and morphological studies of potato plants. Part. 8. Especially on the senility of potato tuber and its abnormal sprouting. F. Fac. Agr. Hokkaido Univ. Sapporo **49**, 185 (1954).
- (8) Liszenko, T. D.: Az új burgonya előcsíráztatása. (Rabotü v dni Velikoj Otecsestvvennoj vojni. Trudü insztitute genetiki). Odessza, (1943).
- (9) Denny, F. E.: Synergistic effects of three chemicals in the treatment of dormant potato tubers to hasten germination. Contrib. Boyce Thoms. Inst. **14**, 1 (1945).
- (10) Miller, M. Sz., Pinevics, L. M. és Szurzsina, M. N.: A burgonyagumók bizonyos vegyszerekkel való kezelésének hatása a gumók nyugalmi idejére és termésére. A Nyugati Puskin Mezőgazdasági Int. (1938).
- (11) Szalai, I.: Zusammenhänge zwischen der Keimung der jungen (in Keimruhe) befindlichen Knollen bei verschiedenen Kartoffelsorten und die Konzentration des Stimulationsgemisches. Acta Agronom. Hung. **7**, 25 (1957).
- (12) Szalai, I.: Die Sommerpflanzung der Kartoffel mit durch »Rindite« ausgetriebenen jungen Kartoffelknollen. Acta Biol. Szeged, **2**, 63 (1956).
- (13) Szalai, I.: The significance of summer-planted new potato tubers forced with »rindite«. Acta. Biol. Hung. Suppl. **1**, 49—50 (1957).

- (14) Szalai, I. és E. Lusztig: A burgonya fejlődése tavaszi-, és mesterségesen hajatott új gumók nyári ültetése esetében. (Development of potato planted in summer from spring planted new tubers subjected to artificial sprouting). Növénytermelés, 3, 11 (1953).
- (15) Szalai, I.: Néhány burgonyafajta nyugalmi állapotának megrövidítéséről. — Über die Verkürzung des Ruhezustandes einiger Kartoffelsorten. Annales Biol. Univ. Hung. 1, 419—450 (1952).
- (16) Szalai, I., L. Ferenczy, M. Varga and M. Dévay: Metabolic change in sprouting potato tubers treated with »Rindite«. Acta Biol. Hung. 8, 21 (1957).
- (17) Szalai, I. und M. Dévay: Die Wirkung der »Rindite-Dämpfe« auf den N-Stoffwechsel der Kartoffelknollen in den einzelnen Keimungsphasen. Acta Biol. Szeged, 3, 25—31 (1957).
- (18) Szalai, I.: Die Verteilung der freien Aminosäuren in Kartoffelknollen und ihre Beeinflussung durch »Jarowisation«. I. Photometrische Bestimmung des Gesamtaminosäurenspiegels im Kartoffelsaft mittels der Ninhydrinreaktion. Acta Biol. Szeged, 3, 33—40 (1957).
- (19) Szalai, I.: Die Verteilung der freien Aminosäuren in Kartoffelknollen und ihre Beeinflussung durch »Jarowisation« II. Papierchromatographische Untersuchungen der freien Aminosäuren des Kartoffelsaftes. Acta Biol. Szeged, 3, 41—49 (1957).
- (20) Szalai, I.: Change of bonded and free tryptophane content in tubers of germinating potatoes. Acta Biol. Szeged, 3, 51—54 (1957).
- (21) Szalai, I.: Verteilung und Veränderung der freien Aminosäuren in den mit Rindite behandelten jungen Kartoffelknollen von verschiedenen Keimungsstadien. I. Photometrische Bestimmung der Gesamt-Aminosäure mit Hilfe der Ninhydrin-Reaktion. Acta Biol. Szeged, 4, 17—21 (1958).
- (22) Szalai, I.: Quantitative distribution of the free aminoacids in the rindite forced new potato tubers, in different phases of the sprouting. Acta Biol. Hung. 10, (1959).
- (23) Szalai, I. and L. Gracza: Distribution of ascorbic acid in vernalised potato tubers in different phases of sprouting. Acta Agronom. Hung. 8, 59—66 (1958).
- (24) Szalai, I.: Effect of rindite on the vitamin C content in new potato tubers during the sprouting. Acta Biol. Hung. 10, (1959).
- (25) Szalai, I.: Tryptophane contents of new potato tubers forced by rindite in the different phases of the germination. Phys. Plantarum 12, 155—161 (1959).
- (26) Szalai, I.: Quantitative changes of growth-promoting and inhibiting substances in the potato tubers treated with rindite. Phys. Plantarum 12, (1959).
- (27) Szalai, I.: Fejlődés- és anyagcsereélettani vizsgálatok burgonyagumókon. Doktori disszertáció. 1958. (In man.)
- (28) Prokosev, M. S.: A burgonya biokémiája. Moszkva—Leningrád (1947).
- (29) Irion, W. und O. Fischnich: Über stoffliche Umwandlungen in »Rindite« behandelten Kartoffelknollen in den einzelnen Phasen der Keimung. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 59, 248 (1952).
- (30) Raadts, E.: Über den Einfluss der Ascorbinsäure auf die Auxinaktivierung. Planta. 36, 103 (1948).
- (31) Varga, M. B. and L. Ferenczy: Quantitative changes in growthpromoting and growth-inhibiting substances in rindite treated and untreated potato tubers. Acta Bot. Hung. 3, 111 (1957).

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. I. SZALAI. Institut für Pflanzenphysiologie der Universität, Tánácsics M. 2. Szeged (Ungarn).

DAS LEBEN DER TISZA

VIII. BEITRÄGE ZUR TYPISIERUNG DER ALGENVEGETATION VON ERDGRUBEN DER TISZA

Von

G. UHERKOVICH

Biologische Station für Tiszaforschung, Szeged
(Eingegangen am 11. Dez. 1958)

Einleitung

Entlang des Gebietes zwischen dem Schutzdamm und dem Flussbett der *Tisza*, d. h. auf der Inundationsterrasse des Flusses, sieht man überall Erdgruben — im Volksmund »Kubik« benannt — welche sich durchschnittlich auf ein bis mehrere hundert m² grosse Flächen erstrecken. Die diesen Gruben entnommene Erde wurde zur Errichtung des Schutzdammes und seiner zeitweiligen Erhöhung verwendet. In den Erdgruben findet sich vorübergehend oder ständig Wasser, welches vor allem aus den bei hohem Wasserstand den Wellenraum überflutenden Wassermassen der *Tisza* stammt und später vom Grundwasser, von aus der Umgebung zufließenden Wässern und Niederschlägen ergänzt wird.

In einzelnen dieser Gruben gelangt nach Abfluss des Hochwassers reichliche Fischbrut zur Entwicklung. Dieser Umstand wird praktisch nutzbar gemacht, indem vielerorts Gräben von den Erdgruben zum Flussbett gezogen werden, durch welche man die Jungfische nach Erreichen eines bestimmten Entwicklungsgrades wieder in den Fluss zurücklässt. (Natürlich gibt es hier auch grössere Fische, die Hauptmasse aber machen Jungfische aus.) Durch die Flussbettregulierung ist die *Tisza* ihrer natürlichen seichten, lenitischen Wässer, die für die Entwicklung der Fischbrut überaus wichtig sind, verlustig gegangen. Gewissermassen als *Ersatz für diese seichten, natürlichen Biotope* ist diese Verwertung der Erdgruben von Bedeutung.

Vielerorts wird — aus Nachlässigkeit oder wegen Geländehindernissen — das Ziehen solcher Rückführungsgräben unterlassen, was zum Untergange der in den Erdgruben gedeihenden Fischbrut führt. Zahlreiche Erdgruben sind auch als Mückenbrutstellen berüchtigt. Diese praktischen Beziehungen, sowie der Umstand, dass die Erdgruben in ihrer Gesamtheit bedeutende Wasserflächen darstellen, welche zeitweise mit dem Flusse selbst in Verbindung stehen, lassen es berechtigt erscheinen, dass neben den primären Hauptthemen der Flussforschung auch der Lebewelt der Erdgruben eine gewisse Aufmerksamkeit geschenkt werde.

Über die Algenvegetation der Erdgruben entlang der Tisza sind bisher lediglich von J. STILLER (11) und M. SZABADOS (12) Angaben erschienen, ohne dass aber die Frage eingehend erforscht worden wäre. Eine historische Übersicht über die Algenforschung der Tisza wurde in einer früheren Arbeit (UHERKOVICH, 13) gegeben.

Eigene Untersuchungsergebnisse

In der vorliegenden Arbeit soll über die Algenvegetation der nahe des rechten Brückenkopfes der Brücke bei Tiszaug gelegenen Erdgruben auf Grund von Sammlungen im Sommer 1958 berichtet werden. Diese Erdgruben liegen nicht weit voneinander entfernt, weichen aber hinsichtlich ihrer Tiefe — und somit hinsichtlich ihres Wasserspeichungsvermögens — wie auch nach der Beschattung ihrer Wasseroberfläche voneinander ab. Die Beschattung ist teils durch die in der Nähe befindlichen Bäume und Sträucher, teils durch die auf der Wasseroberfläche schimmende makroskopische Vegetation (*Ricciocarpus*, *Salvinia*) bedingt. Die hier untersuchten Erdgruben habe ich nach ihren verschiedenen ökologischen Gegebenheiten und ihrer sich daher verschieden gestaltenden Algenvegetation in vier Typen geordnet. Bei der Charakterisierung der Algenvegetation war ich bemüht, — mit Ausnahme der Kieselalgen — möglichst sämtliche vorkommenden Arten zu bestimmen. Von den Kieselalgen habe ich nur die durch ihre Individuenzahl auffallenden determiniert, aber das in meiner Algothek befindliche konservierte Material macht eine spätere eingehende Bearbeitung der Kieselalgen jederzeit und für jedermann möglich. Die Aufzählung der determinierten Algenarten erfolgt — unter Angabe ihres annähernden quantitativen Vorkommens — am Schluss der Arbeit. (Die bei der Bestimmung benutzten wichtigeren Werke sind im Literaturverzeichnis unter 1—10. und 14. vermerkt.)

Von den für typisch betrachteten Erdgruben ist die als *Typ I* benannte von grossen Bäumen ganz umstanden, deren Laubkronen — stark über den relativ kleinen Wasserspiegel geneigt — diesen sozusagen ständig beschatten. Das Wasser ist verhältnismässig seicht und von Fadenalgen, Spirogyren massenhaft durchwoben.

Das Ufer der als *Typ II* bezeichneten Erdgrube ist nur hie und da von Sträuchern und an mehreren Stellen von Röhrich umsäumt. Diese Erdgrube hat eine grössere Wasserfläche, ist daher reichlich belichtet und erreicht auch eine grössere Tiefe.

Die als *Typ III* bezeichnete Erdgrube hat das tiefste Wasser, das Ufer ist zwar von grösseren Bäumen gesäumt, die aber in Anbetracht der grösseren Wasserfläche nur eine mässige Beschattung bewirken. Charakteristisch für die Wasseroberfläche ist die Anwesenheit von *Salvinia natans* und *Ricciocarpus natans*. Diese schwimmenden Makrophyten bilden kleinere, etwas entfernt voneinanderliegende Flecken und sind so hinsichtlich der Beschattung von untergeordneter Bedeutung.

Die als *Typ IV*. bezeichnete Erdgrube ist seicht und, da sich an ihrem Ufer nur wenige Bäume befinden, wird ihr Wasser gut durchwärmt und birgt riesige Mengen von Mückenlarven.

In der I., also seichten, stark beschatteten Erdgrube ist das Wasser von *Spirogyra maxima*-Fadenmassen kreuz und quer durchwoben. Dieser Grad der Beschattung war offenbar für die massenhafte Vermehrung dieser Fadenlage sehr günstig. An den Spirogyrafäden sitzen *Chamaesiphon gracilis*-

Zellen. Die dominierenden Algenorganismen im Bioseston des zwischen den Spirogyrafäden befindlichen Wassers waren:

<i>Colacium simplex</i> , <i>C. vesiculosum</i>	28%
<i>Eudorina elegans</i>	6%
<i>Synedra affinis</i>	3%
die übrigen Arten zusammen	63%

Bei den Zellen der beiden *Colacium*-arten handelt es sich um Zellen, die sich von den mit Stielen an den im Wasser reichlich vorhandenen niedrigen Krebsen haftenden *Colacium*-kolonien losgelöst haben. (In dem für die beiden *Colacium*-arten angegebenen Prozentsatz sind natürlich die an den Krebsen haftend lebenden, epibionten Individuen nicht mit inbegriffen.) Auch unter den übrigen bestimmten Algenarten fällt die grössere Artenzahl der Euglenophyten auf, eine bedeutendere Individuenzahl erreichte hier *Petalomonas vulgaris*.

In der II., also am Ufer rohrbestandenen Erdgrube mit tieferem Wasser war eine Fadenalgenmassenproduktion nicht zu beobachten. Die dominierenden Organismen dieses Biotops waren:

<i>Eudorina elegans</i>	53%
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	17%
<i>Mallomonas caudata</i>	6%
die übrigen Algen zusammen	24%.

Hier haben wir es mit einer von der vorigen vollkommen verschiedenen Algengemeinschaft zu tun. Besondere Beachtung verdient dabei die gedrungene, sehr einheitliche Form der *Mallomonas caudata*, welche nach den bisherigen Literaturangaben nur den schlankzelligeren Individuen untermischt vorzukommen pflegt (s. z. B. HUBER-PESTALOZZI, 4), im vorliegenden Falle aber einheitlich nur in dieser gesetzten Form zu beobachten war. Auch an Euglenophyten, Closteriumarten und Cyanophyten war diese Algengemeinschaft ziemlich reich.

Das Bioseston der III., also tiefsten, *Salvinia*- und *Ricciocarpus*-Erdgrube war durch folgende Algengemeinschaft charakterisiert:

<i>Epithemia turgida</i>	20%
<i>Rhopalodia gibba</i>	12%
<i>Pandorina morum</i>	6%
die übrigen Algen zusammen	62%.

Diese Algengemeinschaft ist ausser durch die angeführten Arten durch eine weitere bedeutende Anzahl von Bacillariophyceenarten, sowie durch *Chlorobotrys polychloris* (*Chrysophyceae*) und eine relativ hohe Zahl von Chlorophytenarten gekennzeichnet. Im Wasser finden sich stellenweise massenhaft Mougeotiageflechte, während die Euglenophyten aus diesem Biotop fast völlig fehlen.

Die IV., also seichte Erdgrube mit ihrem sich leicht durchwärmenden und reichlich Mückenlarven enthaltenden Wasser weist ein sehr reichhaltiges

Mesozooplankton auf. Das Bioseston war durch folgende Algengemeinschaft charakterisiert:

<i>Volvox aureus</i>	23%
<i>Epithemia zebra</i> var. <i>procellus</i>	23%
<i>Colacium simplex</i>	15%
die übrigen Algenarten zusammen	39%.

Auffallend ist, dass ausser *Colacium* keine anderen Euglenophyten vertreten sind und auch die Zahl der Chrysophytenarten gering ist. Neben den angeführten Arten erreichen höchstens noch die Chlorophyten beträchtlichere Werte, aber die Algenartenzahl in dieser Erdgrube ist allgemein hin niedrig.

Aufzählung der determinierten Arten

1 = sporadisches, seltenes, 2 = häufigeres, 3 = massenhaftes Vorkommen

I—IV = Erdgrubentypen (Nähere Beschreibung siehe oben im Text!) Die bestimmten Arten sind nach Stämmen gruppiert, von einer weiteren taxonomischen Gliederung wurde abgesehen.

	I.	II.	III.	IV.
CYANOPHYTA				
1 Anabaena affinis Lemm.			2	
2 — planctonica Brunnt.		1		
3 — spiroides Klebahn		1		
4 Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs		3	2	
5 Chamaesiphon gracilis Rabnh.	2			
6 Dactylococcopsis raphidioides Hansg.		1		1
7 Merismopedia tenuissima Lemm.		1		
8 Microcystis aeruginosa Kütz.		1		
9 Nostoc coeruleum Lyngb.				1
10 Phormidium ambiguum Gom.				1
11 Romeria sp.		1		
PYRROPHYTA				
12 Ceratium hirundinella f. austriacum (Zederb.) Bachm.			2	1
13 Peridinium cinctum (Müller) Ehrbg.			1	
EUGLENOPHYTA				
14 Colacium simplex Huber-Pestal.	3			2
15 — vesiculosum Ehrbg.	2			
16 Euglena acus Ehrbg.	1	1		
17 — oxyuris var. minor Defl.		1		
18 — tripteris (Duj.) Klebs	1			
19 Petalomonas vulgaris Skuja	2			
20 Phacus caudatus Hübner	1			
21 — costatus Conrad	1			
22 — longicauda (Ehrbg) Duj.		1		
23 — — var. insecta Koczwara	1	1		
24 — — var. major Swirenko			1	
25 — platylea Drez.		1		
26 Trachelomonas scabra var. labiata (Teiling) Huber-Pestal.		1		
CHRYSOPHYTA				
27 Anomoeoneis sphaerophora (Kütz.) Pfitznl.	1			
28 Asterionella formosa Hassal		1		
29 Chlorobotrys polychloris Pascher		2	2	
30 Chrysocapsa sp.				1
31 Cymatopleura solea (Bréb.) W. Smith			1	
32 Cymbella affinis Kütz.			1	
33 — cymbiformis (Agh.) van Heurck	1			

	I.	II.	III.	IV.
34 Dinobryon sertularia Ehrbg.		2	1	
35 Epithemia turgida (Ehrbg.) Kütz.			3	
36 — zebra var. procellus (Kütz.) Grun.				3
37 Fragilaria capucina Desm.	1			
38 — intermedia Grun.	1			
39 Gomphonema acuminatum Ehrbg.			1	
40 — constrictum var. capitata (Ehrbg.) Cleve			1	
41 Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Cleve		1		
42 Mallomonas caudata Iwanoff		3		
43 Melosira varians C. A. Agh.	1			
44 Nitzschia acicularis W. Smith		1		
45 — sigmoidea (Ehrbg.) W. Smith		1		
46 Ochromonas granularis Doflein				1
47 Rhoicosphenia curvata (Kütz.) Grun.			1	
48 Rhopalodia gibba (Ehrbg.) O. Müll.			3	1
49 Ruttnera Chadeaudii Bour.-et Magne ?			1	
50 Surirella biseriata Bréb.		1		
51 — robusta var. splendida (Ehrbg.) van Heurck		1		
52 Synedra affinis Kütz.	2		1	1
53 — ulna (Nitzsch) Ehrbg.		1	2	
54 Tribonema viride Pascher			1	1
CHLOROPHYTA				
55 Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs		1	1	
56 Characium Hookeri (Reinsch) Hansg.		1		
57 Chlamydomonas Dangeardii Chmiliowski ?				1
58 Closterium acutum Bréb.	1			
59 — — var. variabile (Lemm.) Krieger	1	1		
60 — diana var. brevius (Wittr.) Petkoff			1	
61 — gracile Bréb.		1		
62 — libellula Focke		1		
63 — moniliferum (Bory) Ehrbg.			1	
64 — — var. submoniliferum (Woron.) Krieger	1			
65 — parvulum var. angustatum W.-et G. S. West			1	
66 — Pritchardianum Archer		1		
67 — pseudolunula Borge				1
68 Crucigenia tetrapedia (Kirchner) W.-et G. S. West		1		
69 Eudorina elegans Ehrbg.	3	3	1	
70 Gloeococcus Schroeteri (Chod.) Lemm.		2		
71 Mougeotia sp.			3	1
72 Pandorina morum (Müller) Bory			3	
73 Pediasstrum Boryanum (Turp.) Menegh.				1

	I.	II.	III.	IV.
74 <i>Scenedesmus armatus</i> Chod.	1	1		
75 — <i>bicaudatus</i> var. <i>brevicaudatus</i> Hortob.				1
76 — <i>quadricauda</i> var. <i>longispina</i> (Chod.) G. M. Smith		1		
77 <i>Schroederia setigera</i> (Schroder) Lemm.		1		
78 <i>Spirogyra maxima</i> (Hassal) Czurda	3			
79 <i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen		2		
80 <i>Tetrademus</i> sp.			1	
81 <i>Volvox aureus</i> Ehrbg.			1	3

Zusammenfassung

Das Ausmass der Beschattung der Wasseroberfläche, sowie das beständig ober temporär in den Erdgruben stehende Wasser — als ökologisch limitierende Hauptfaktoren — lassen in den Erdgruben verschiedenartige Algenvegetation zur Entwicklung gelangen. Eine Typisierung derselben kann bereits auch auf Grund der bisherigen Erfahrungen mit Erfolg vorgenommen werden.

Am Brückenkopf der Brücke bei *Tiszaug* konnten folgende Erdgrubentypen festgestellt werden:

I. Stark beschattete, seichte Erdgruben mit *Spirogyra maxima* — Euglenophyton (*Colacium simplex*, *C. vesiculosum*) — Algengemeinschaft.

II. Erdgrube mit tieferem Wasser und röhrichtbestandenen Ufern, mit einer *Eudorina elegans* — *Aphanizomenon flos-aquae* — *Mallomonas caudata* — Algengemeinschaft.

III. Das tiefste Wasser enthaltende, *Salvinia*- und *Ricciocarpus* — Erdgrube mit *Bacillariophyceae* — *Chlorobotrys polychloris* — Algengemeinschaft.

IV. Seichte, sonnenbeschienene, Mückenlarven enthaltende Erdgrube mit *Volvox aureus* — *Epithemia zebra* — *Colacium simplex* — *Chlorophyceae* — Algengemeinschaft.

Hinsichtlich der Aufzucht von Fischbrutbeständen ist unter diesen der II. und IV. Typ als optimal zu betrachten.

Tafelerklärung

Tafel I.

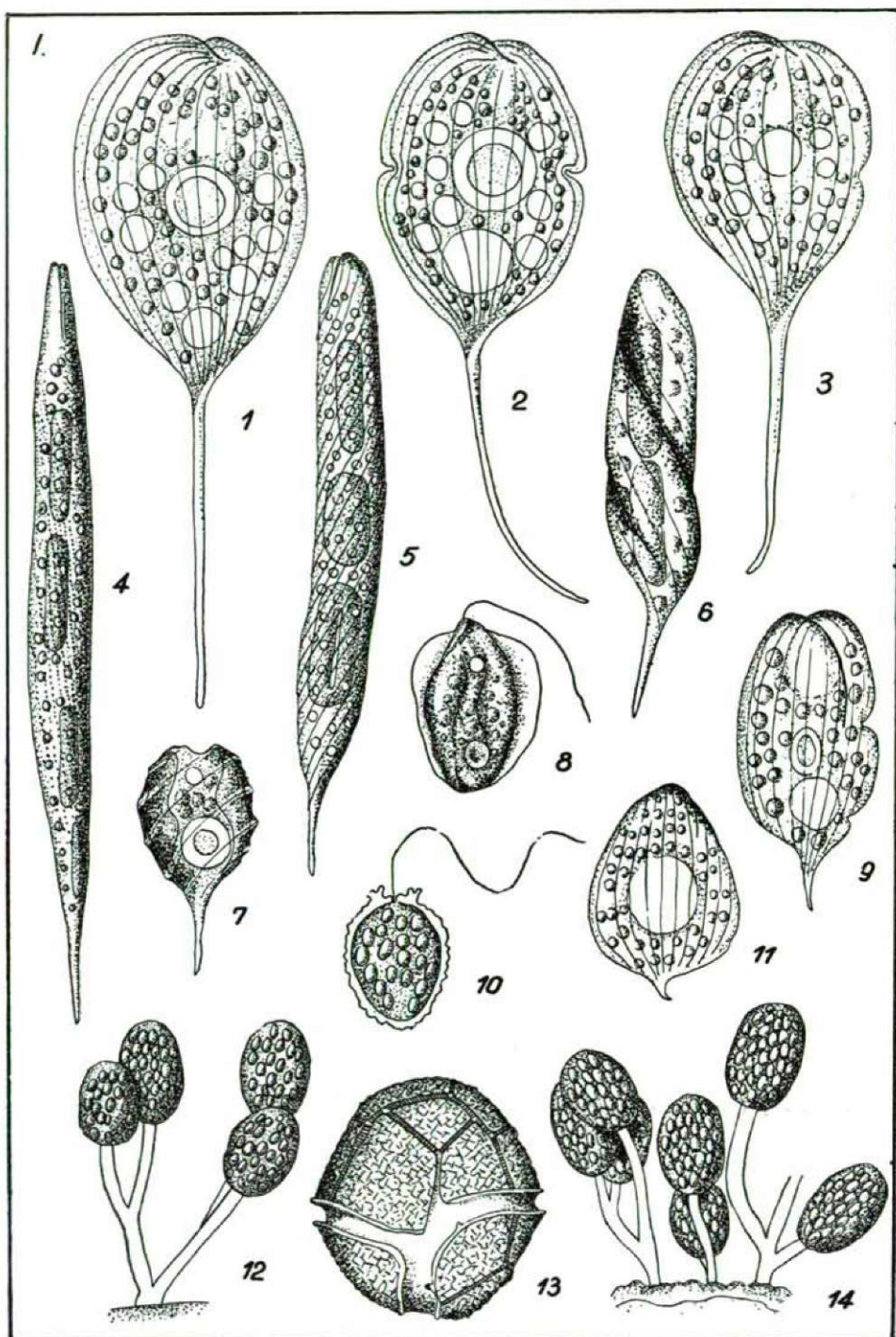
1. *Phacus longicauda* var. *major*. (500 x), 2—3. *Phacus longicauda* var. *insecta* (500 x), 4. *Euglena acus*, 5. *Euglena oxyuris* var. *minor*, 6. *Euglena tripteris*, 7. *Phacus costatus*, 8. *Petalomonas vulgaris*, 9. *Phacus caudatus*, 10. *Trachelomonas scabra* var. *labiata*, 11. *Phacus platylea*, 12. *Colacium vesiculosum*, 13. *Peridinium cinctum*, 14. *Colacium vesiculosum*. (4—14.: 750 x Vergrößerung.)

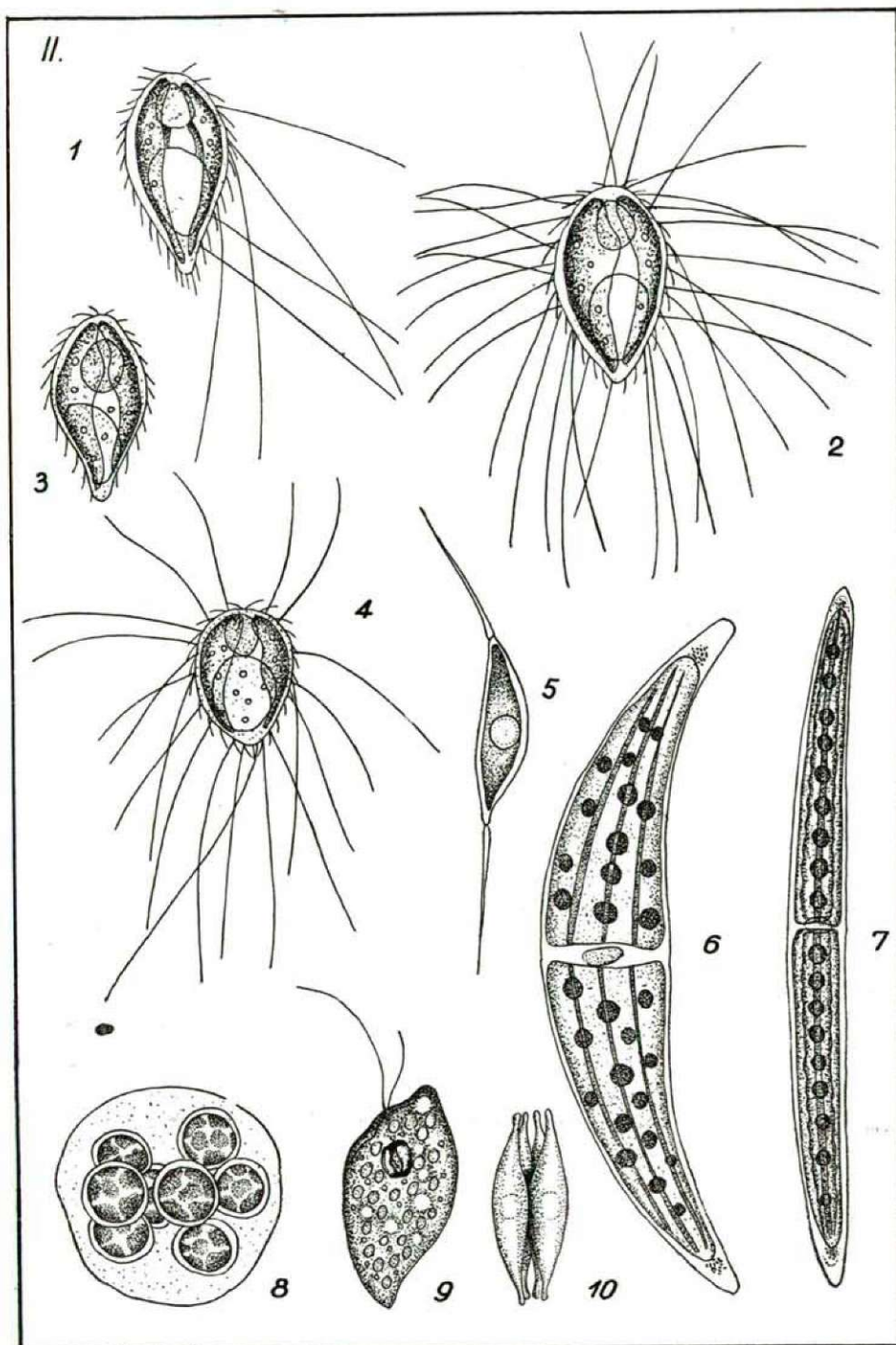
Tafel II.

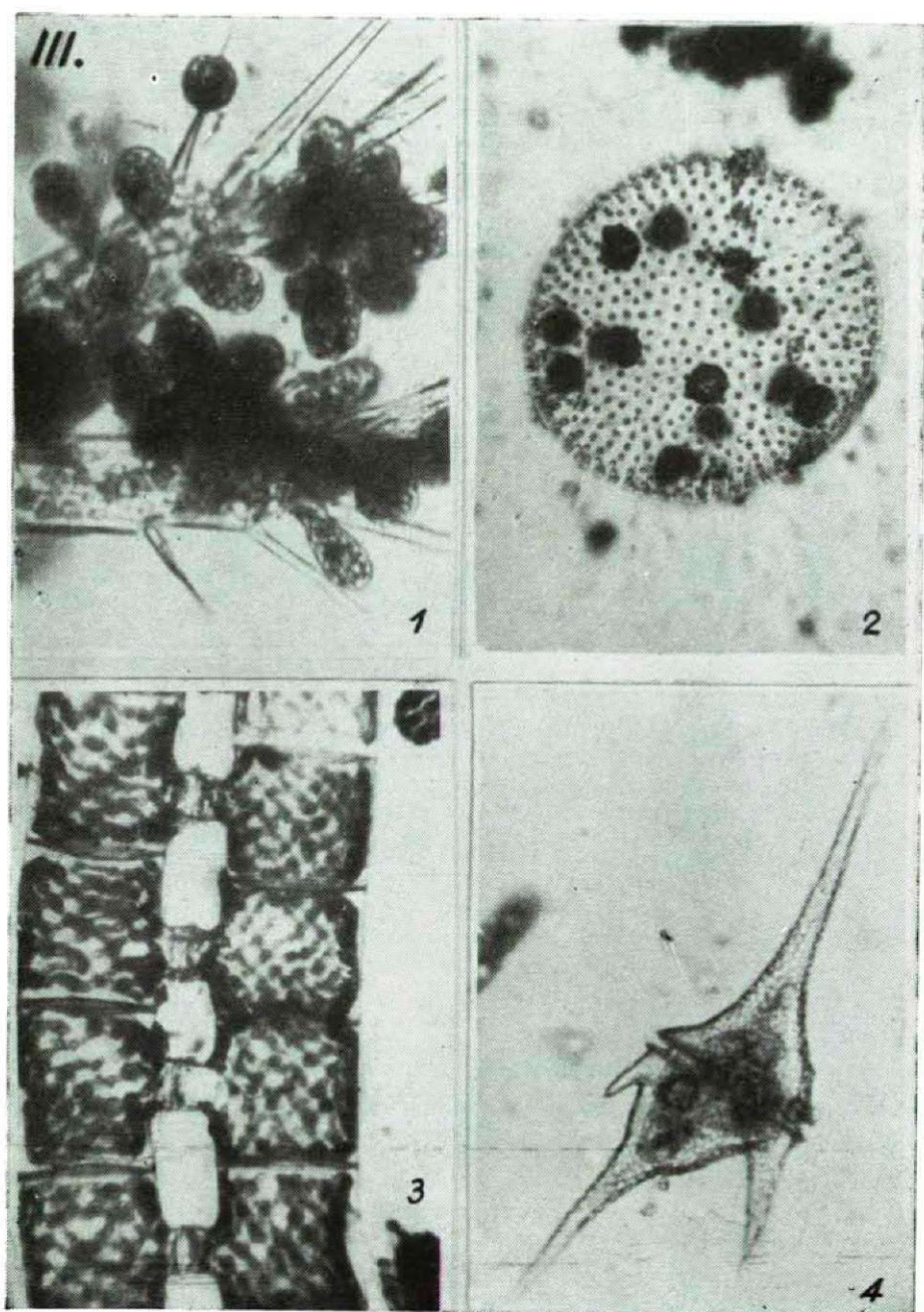
1—4. *Mallomonas caudata* (750 x) 5. *Schroederia setigera* 1000 x) 6. *Closterium moniliferum* var. *submoniliferum* (500 x) 7. *Closterium Pritchardianum* (250 x) 8. *Chlorobotrys polychloris* (750 x) 9. *Ochromonas granularis* (1250 x) 10. *Tetrademus* sp. (1000 x).

Tafel III.

1. *Colacium simplex* (750 x). 2. *Volvox aureus* (200 x) 3. *Spirogyra maxima* (200 x) 4. *Ceratium hirundinella* f. *austriacum* (750 x).







Schrifttum

- (1) *Bourelly, P.*: Recherches sur les Chrysophycées. Revue Algologique. Memoire Hors-Serie **1**, 1—412 (1957).
- (2) *Cleve-Euler, A.*: Die Diatomeen von Schweden und Finnland I-V. K. Svenska Vetenskaps. Handl., Stockholm (1951—1955).
- (3) *Hortobágyi, T.*: Algen aus dem Cinkotaer stehenden Wasser. II. Borbásia (Budapest, **2**, 1—7 (1940).
- (4) *Huber—Pestalozzi, G.*: Das Phytoplankton des Süßwassers, 1—4 Teil. Schweizerbat'sche Verl., Stuttgart (1938—1955).
- (5) *Krieger, W.*: Die Desmidiaceen. 1—2. Teil (in: Rabenhorst Kryptogamenflora) Acad. Verl., Leipzig (1933—1939).
- (6) *Pascher, A.* (red.): Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 4., 5., 6., 11., 12. G. Fischer Verl., Jena (1915—1926).
- (7) *Pascher, A.* (red.): Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas. Heft 9., 10. G. Fischer Verl., Jena (1930—1932).
- (8) *Pochmann, A.*: Synopsis der Gattung Phacus. Archiv für Protistenkunde. **95**, 81—25 (1942).
- (9) *Pringsheim, E. G.*: Contributions towards a monograph of the genus Euglena. Nova Acta Leopoldina. Neue Folge. **18**, (125), 1—168 (1956).
- (10) *Smith, G. M.*: The fresh-water algae of the United States. McGraw-Hill Book Co., New York—London (1933).
- (11) *Stiller, J.*: Einige Gewässer der Umgebung von Szeged und ihre Peritrichen-fauna. Arch. f. Hydrobiol. **38**, 313—435 (1942).
- (12) *Szabados, M.*: Das Leben der Tisza. II. Beiträge zur Kenntnis der Algen der oberen Tisza. Acta Biol. Szeged, **3**, 189—206 (1957).
- (13) *Uherkovich, G.*: Das Leben der Tisza. IV. Das Potamophytoplankton bei Szeged im Herbst und Winter 1957/58. Acta Biol. Szeged, **4**, 23—40 (1958).
- (14) *Uherkovich, G.*: A Scenedesmus nemzetség. (Die Gattung Scenedesmus.) Monográfia. (in man.) (1956—1957).

Anschrift des Verfassers: Forscher Dr. G. UHERKOVICH, Institut für Systematische-Zoologie der Universität. Táncsics M. 2. Szeged (Ungarn).



DIE ROLLE DES SONNENLICHTES IN DER BEKÄMPFUNG DES IN DEN REISBÖDEN ENTSTEHENDEN H_2S

Von

R. VAMOS* und M. ANDÓ**

(Pflanzenphysiologisches* und Klimatologisches** Institut der Universität
Szeged, Ungarn)

(Eingegangen am 1. November, 1958)

In Ungarn wird Reisbau hauptsächlich entlang der *Tisza* und ihrer Nebenflüsse auf Alkali- (»szik«) und Wiesenböden getrieben. Auf den Gebieten längs der *Donau* macht der Reisbau nur langsame Fortschritte, da dieser Boden lockerer ist und das Wasser leicht durchlässt. Aus diesem Grunde gestaltet sich hier die Reiswirtschaft viel kostspieliger als in den Gegenden längs der *Tisza*. Hier ist allerdings der Erfolg des Reisbaus weitgehend gefährdet durch die »bruzone«-Krankheit (»browning disease«, »aki ochi«), welche der ungarischen Volkswirtschaft allein in den Jahren 1954 und 1955 einen Schaden von rund 1,5 Milliarden Forint zugefügt hat. Die Einführung erfolgreicher Schutzmassnahmen erfordert zwar unbedingt die Aufdeckung der Krankheitsursache, wichtig ist aber auch die Beleuchtung der begünstigenden bzw. der den Ausbruch der Krankheit verhütenden Faktoren.

In Verbindung mit dem Auftreten der Krankheit ist bekannt, dass Schädigungen nur bei ungünstigen Witterungseinflüssen erfolgen und sich auf bestimmte Bodentypen beschränken. Die zu Krankheiten neigenden Böden Ungarns sind u. a. von FRANK (7), SÍK (23, 24), PRETTENHOFFER, SOMORJAI und KERTÉSZ (19) untersucht worden, welche Autoren auch die Rolle der Witterung betonen. Das Mikroklima der Reisfelder hat WAGNER (31) studiert. SAITO (22) stellte Zusammenhänge zwischen der NH_4^- , SiO_2^- , K-, Mg-, Ca- und PO_4^- -Aufnahme der Reispflanze und der Menge des Sonnenlichtes fest. Zur weiteren Beleuchtung der Rolle schlechter Witterungsverhältnisse, vor allem des Mangels an Sonnenschein, haben wir neuere Untersuchungen angestellt, Daten gesammelt und sind dabei zu folgenden Ergebnissen gekommen.

Ergebnisse

An den auf dem kalkhaltigen Geschiebe der *Donau* entstandenen Böden ist die Krankheit selbst in Jahren mit schlechter Witterung nicht beobachtet worden, und auch in den ebenfalls auf dem Überschwemmungsgebiet der *Donau* befindlichen Reisplantagen der südlichen Slowakei ist sie unbekannt.

Es kann wohl vorkommen, dass bei ungünstigen Witterungsverhältnissen die Ernte nicht vollkommen reif wird, aber die »bruzone«-Krankheit ist dort bisher nicht aufgetreten.

Demgegenüber machen die Böden entlang der *Tisza* die Reispflanzungen mehr oder weniger empfänglich für die Krankheit, aber nur wenn schlechte Witterung herrscht. Die Verbreitung der Krankheit weist demnach darauf hin, dass die ungünstige Witterung an sich als ätiologischer Faktor nicht in Frage kommt. Es können sich nämlich in den etwa 60–70 km von einander entfernt liegenden, der gleichen klimatischen Zone angehörenden, krankheitsempfindlichen und absolut nicht empfindlichen Reisfeldern der ungarischen Tiefebene (3) keine so abweichenden klimatischen Unterschiede herausbilden, die das systematische Erscheinen oder Ausbleiben der Krankheit rechtfertigen könnten. Die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme wird unterstützt durch die Daten der 1. Abbildung über die Sonnenschein- und Temperaturverhältnisse des Jahres 1955 auf den Reisfeldern entlang der *Donau* und des linken *Tisza*-Ufers. Auf die südliche Slowakei haben wir in Ermangelung von Angaben die Daten von *Magyaróvár* bezogen. Aus den Abbildungen geht hervor, dass in dem für die Reisernte katastrophalen Jahre 1955 nur bezüglich des Gehaltes an Sonnenschein geringgradigere Abweichungen bestanden, in der Temperatur aber nicht.

Bei der Erforschung der Rolle der Witterung sind folgende Beobachtungen von Bedeutung. Im Bewässerungssystem der *Tisza* wurde verschiedentlich

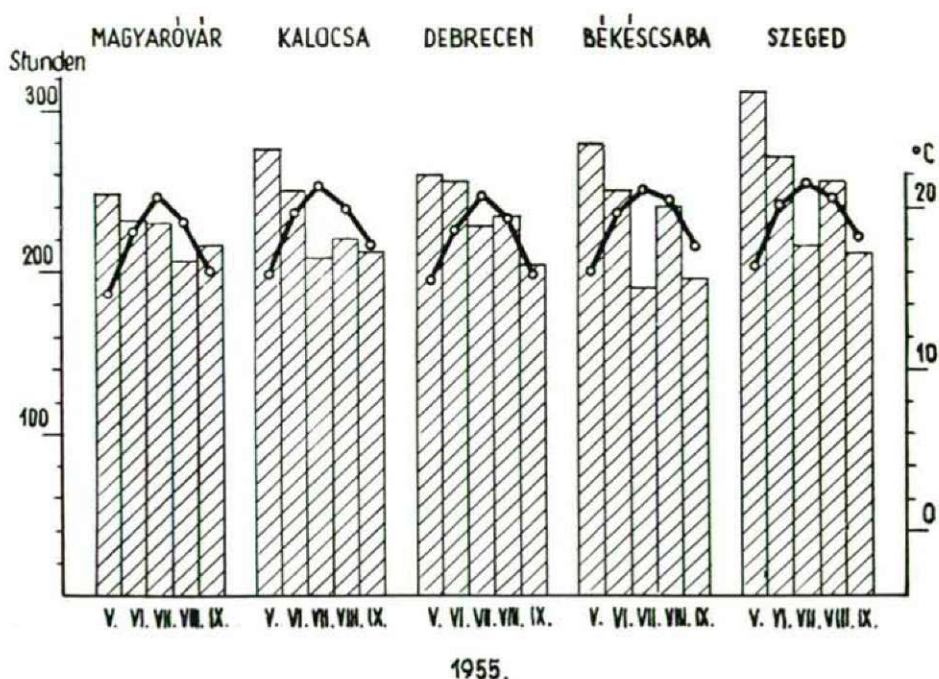


Abb. 1.: Radiationsdauer und durchschnittliche Monatstemperaturen während der Vegetationsperiode im Jahre 1955.

beobachtet, dass die kranken und gesunden Vegetationsbestände innerhalb ein und derselben Ackerfläche durch eine gerade Linie voneinander gesondert sind (7). Diese Wahrnehmung wurde besonders häufig zur Zeit der Einführung des betriebsmässigen Reisanbaus gemacht und spricht ebenfalls gegen die sogenannte »meteorologische Theorie« der Krankheit (6, 7).

Die obigen Feststellungen legen also die Vermutung nahe, dass die ungünstigen klimatischen Verhältnisse an sich nicht die primäre Ursache für die »bruzone«-Krankheit sein können.

2. Gegenüber dem Überschwemmungsgelände der *Donau* ist es im Bewässerungssystem der *Tisza* heute bereits eine allgemein bekannte Erfahrung, dass kühles, besonders aber bewölktetes Wetter das Erscheinen der Krankheit nach sich ziehen kann, während bei warmem, sonnigem Wetter die Krankheit auch dann ausblieb, wenn alle übrigen anfällig machenden Faktoren, darunter Reichtum an organischen Stoffen und Stickstoff, zugegen waren. Die Erfahrungen zeigen ferner, dass sich bei günstiger Witterung gerade die als anfällig bekannten Parzellen durch einen hohen Ernteertrag hervortraten. Ein gutes Beispiel hierfür ist die *Vajda*-sche Produktions-Genossenschaft bei Ó-Földeák, wo die »bruzone« 1955 von vernichtender Wirkung war, während in den folgenden Jahren die Durchschnittsernte rund 60 q/Hektar betrug.

Hieraus ergibt sich, dass — wenn das schlechte Wetter auch nicht gerade die unmittelbare Ursache für das Auftreten der Krankheit ist — es doch als ein begünstigender Hauptfaktor für die prädestinierten Ackerböden gelten kann, der der unmittelbaren Ursache zum Durchbruch verhilft bzw. die Abwehr der Pflanzen verhindert. Die obigen Feststellungen deuten auch darauf hin, dass der unmittelbare Erreger im Boden bzw. unter den im überschwemmten Boden sich bildenden Produkten zu suchen ist.

Die chemischen und biologischen Prozesse der unter Wasser stehenden Ackerböden sind von verschiedenen Autoren (7, 16, 19, 20, 26, 27, 28, 29, 30)

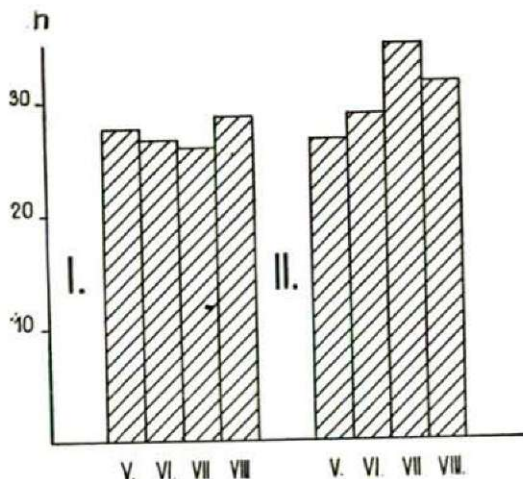


Abb. 3.: Radiationsmittelwerte in Jahren mit (I.) und ohne »bruzone«-Erkrankungen (II.) in *Szeged*.

untersucht worden. Diese Studien, d. h. die Suche nach der eigentlichen Krankheitsursache, haben zu dem als Ergebnis der bodenkundlichen Vorgänge entstehenden Schwefelwasserstoff geführt. Der Schwefelwasserstoff kann das Zugrundegehen der Wurzeln verursachen und damit unmittelbar die Wasser- und Nährstoffaufnahme verhindern. Unseren Untersuchungen zufolge erweist sich der molekulare Schwefelwasserstoff als toxischer, denn die SH-Ionen. Dieses Bodengift entsteht als Ergebnis der ineinandergreifenden Tätigkeit verschiedener nicht-parasitärer Bakterien und die Entfaltung seiner schädigenden Wirkung wird durch mehrere Faktoren begünstigt. Mehrjährige Erfahrungen haben gezeigt, dass einer der wichtigsten dieser Faktoren die ungünstige Witterung ist.

Zum Beweise der Richtigkeit dieser Hypothese haben wir Vergleiche bezüglich der Sonnen- und Temperaturverhältnisse der letzten zehn Jahre (1948—1958) von Szeged (Universitätsware) angestellt (Abb. 2).

Wie aus der Abbildung erhellt, waren in den Jahren der »bruzone«-Schäden (1949, 1954, 1955) bedeutend weniger Sonnenschein und viel niedrigere Temperaturen zu verzeichnen, als in den Jahren ohne »bruzone«-Schaden (1948, 1950, 1951, 1952, 1956, 1957, 1958). Abbildung 3 bringt ebenfalls einen Vergleich der in Szeged in den Jahren mit und ohne »bruzone« gemessenen Sonnenlicht-Werte und macht die obigen Feststellungen noch augenfälliger.

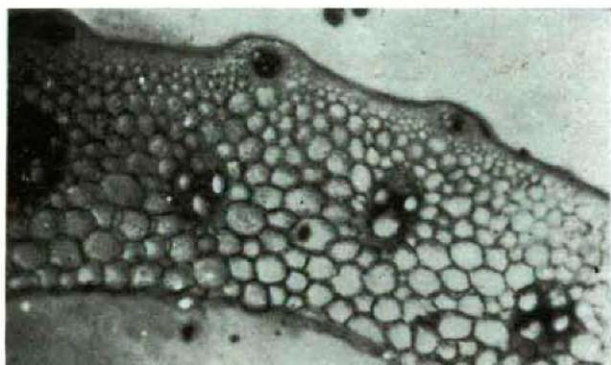


Abb. 4.: Gewebsbräune im Folge der absorbierten -SH-Ionen.

Es wurde festgestellt, dass die Sonnenscheinmenge auch auf die Gestaltung der pH-Werte des Berieselungswassers von Einfluss ist. Im Laufe unserer an den gleichen Ackerparzellen bisher vorgenommenen Untersuchungen fanden wir, dass bei wenig Sonnenschein (1955) die pH-Werte der kalkfreien Alkali-Böden höher sind (pH 8.2, 8.5, 8.6) als bei warmem sonnigem Wetter (pH 7.6, 7.5, 7.7, 7.4). Messergebnisse von Wiesenböden stehen uns nur aus den Jahren 1956, 1957 und 1958 zur Verfügung. Wir fanden, dass in dem sonnenscheinreichen Jahre 1958 der pH-Wert z. Z. des zu erwartenden Auftretens der Krankheit — zwischen dem 10. und 15. August — auf 6.4—6.6 gesunken war, während die von den gleichen Parzellen 1956 und 1957 entnommenen Wasserproben pH-Werte von 7.2—7.4 zeigten.

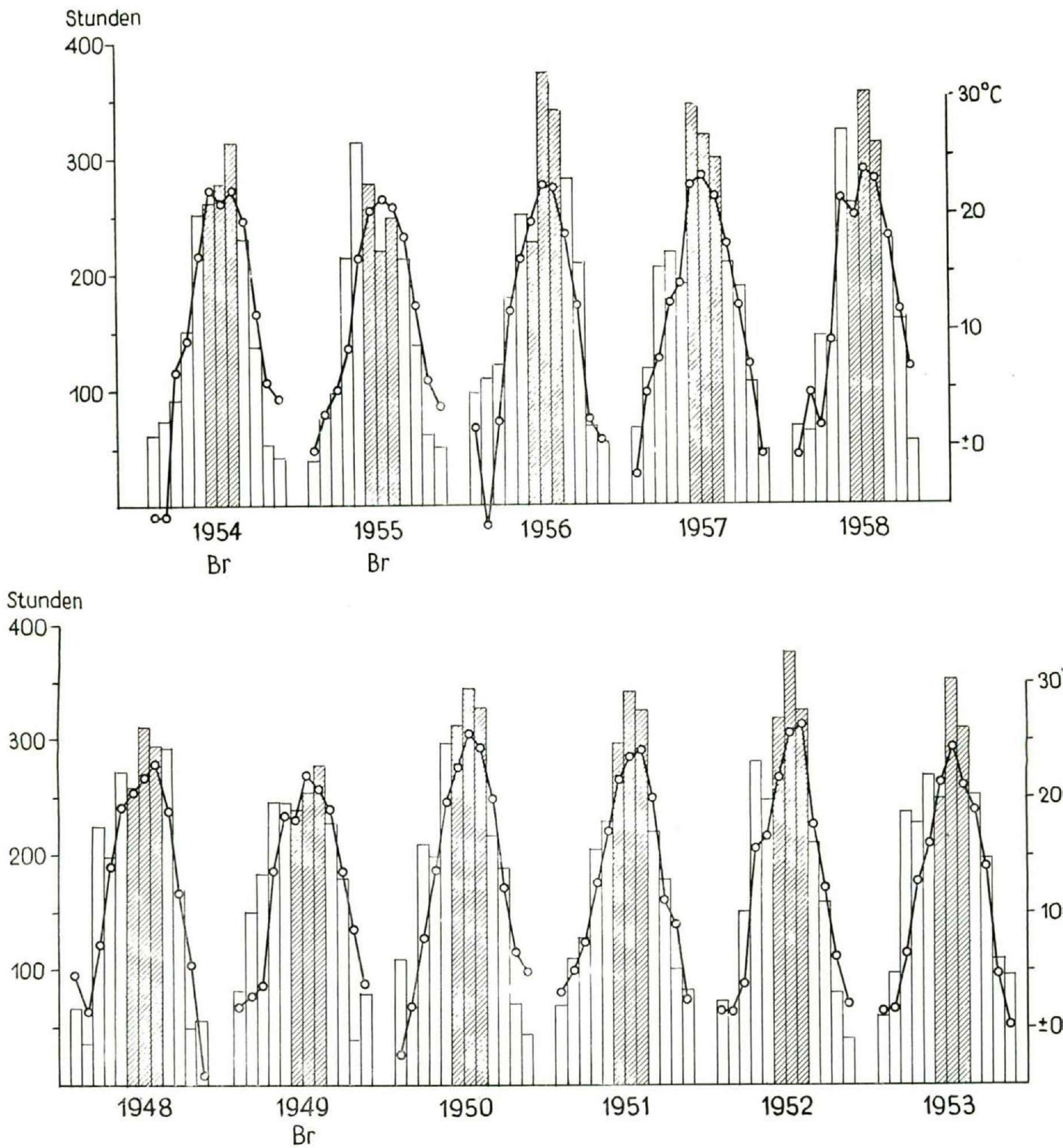


Abb. 2.: Radiationsdauer und monatliche Mitteltemperaturen in Szeged während der Jahre 1948—1958.

Bei minderem Sonnenschein ist die Dissoziation des H_2S infolge des erhöhten pH-Wertes des Wassers gesteigert (20). Die in alkalischem Milieu entstehenden SH-Ionen können von den Pflanzen adsorbiert werden und so ihre schädigende Wirkung entfalten. Wir stellten fest, dass die adsorbierten SH-Ionen in den wassertransportierenden Zellen und deren Umgebung charakteristische Gewebsbräune und in den Rispen Sterilität verursachen können (Abb. 4).

Besprechung

Es fragt sich weiter, weshalb der Ausbruch der Krankheit in den zur Erkrankung neigenden Böden durch ungünstige Witterungsverhältnisse begünstigt wird. Warum und auf welche Weise verhindert Mangel an Sonnenschein und kühles Wetter die Reispflanze an der Überwindung des Schwefelwasserstoffes?

Sowie der Schwefelwasserstoff als Ergebnis reduktiver Vorgänge, und zwar infolge der Sulfatreduktion, entsteht (20, 21, 26, 28)



so kann die Oxydation ihn zu unschädlichem molekularem Schwefel umwandeln:



Dieser Entgiftungsprozess kann offenbar nur dann ungestört vor sich gehen, wenn die Pflanzen über hinreichende Mengen Sauerstoffs verfügen. Die entsprechende Sauerstoffversorgung wird durch lebhaftes Assimilation und Atmung gesichert (18) und die Intensität dieser Prozesse durch die jeweiligen Sonnenschein- und Wärmemengen bestimmt.

Im Falle von Mangel an Sonnenschein und bei kühlem Wetter sind die synthetischen Prozesse der Pflanzen verlangsamt. Gegenüber den sauerstoffbildenden Assimilationsvorgängen können nun die Dissimilationsprozesse ins Übergewicht geraten und die Pflanze kann nicht nur in ihrer Entwicklung stehen bleiben, sondern auch im Kampfe gegen den Schwefelwasserstoff unterliegen. In niedrigeren Konzentrationen bewirkt der Schwefelwasserstoff Hemmung der Nährstoffaufnahme (12, 13) und in stärkeren Vernichtung der Wurzeln (9, 13, 21, 29, 30). Dieser ungünstige Einfluss macht sich stets dann bemerkbar, wenn die Witterung sich während der Vegetationsperiode zum Schlechten wendet. Am grössten ist die Gefahr, wenn die Stengel emporgeschossen sind. Das Aufschliessen des Stengels, sowie das Blühen und die Samenbildung sind reichlich Sauerstoff beanspruchende biologische Prozesse, während derer — wie auch die Untersuchungen von ALBERDA (1) ergeben haben — die Menge des in die Wurzeln beförderten Sauerstoffes wesentlich vermindert ist. Durch die ungünstigen Witterungsverhältnisse wird der Sauerstoffmangel noch erhöht und die Wurzeln gehen in gesteigertem Masse zugrunde.

Der Einfluss der die Funktionen des Wurzelsystems beeinträchtigenden Faktoren ist neuerdings von MARÓTI (11) zusammengefasst worden. Ungezügelter Sauerstoffmangel wirkt sich auf die Aufnahme

der als Nährstoffe dienenden Ionen nachteilig aus. Aus den Forschungen von POTAPOV (18) wissen wir, dass die Aufnahme der Mineralstoffe auf das engste mit der Atmung des Wurzelsystems in Zusammenhang steht. Im luftleeren Zustande des Bodens antwortet die Pflanze auf die gehemmte Assimilation (wenn die Wurzeln nicht in den Besitz ausreichender energieliefernder Stoffe für die Atmung gelangen) und auf die Wirkung des Schwefelwasserstoffes als Atmungsgift mit der Freilassung von Nährstoffen, wobei sie nach POTAPOV nicht nur an Nährstoffen, sondern auch an Wasser verliert. Tritt dies in dem empfindlichen Entwicklungszustande der Pflanze, d. h. in der Blüteperiode ein, so bleibt die Befruchtung aus und die Rispen werden steril.

Nach dem Abbau der Wurzel und den gestörten physiologischen Vorgängen, besonders wenn Stickstoffreichtum vorliegt, treten an den Blättern die Pilze in Erscheinung (*Piricularia oryzae*, *Helminthosporium oryzae*), die vielerseits auch heute noch als die unmittelbaren Krankheitserreger betrachtet werden. Nach ZSOLDOS (32) werden nämlich in den bei unzulänglichen Sonnenscheinmengen zur Entwicklung gelangenden Reispflanzen schädliche Mengen von NH_3 angereichert. Unter solchen Umständen ist die Reispflanze zur Detoxikation unfähig und es kann infolgedessen zum Auftreten physiologischer Störungen und morphologischer Veränderungen kommen. GÄUMANN gibt in einem an uns gerichteten Schreiben seiner Meinung dahin Ausdruck, dass die bei uns übliche Reiskrankheit nicht mit der in Ost-Asien häufigen Piriculariose identifiziert werden kann. Ähnlich äussert sich — ebenfalls brieflich — BOLHUIS.

Der Schwefelwasserstoff kann aber der Pflanze auch vor dem Emporschiessen des Stengels Schaden zufügen. Im Jahre 1956 blieb z. B. die »bruzone«-Schädigung in ganz Ungarn aus und dennoch waren im allgemeinen nur niedrige Ernteerträge zu verzeichnen, was sich aus der aussergewöhnlich geringen Sonnenscheinmenge im Monat Juni erklärt (Abb. 2).

Infolge des durch Sonnenscheinmangel bedingten Wurzelabbaues wurden die Bestände lichter und es erfolgte nur schwache Staudenbildung, deshalb war in diesem Jahre der Ertrag — trotz des reichlichen Sonnenscheines und der Wärme im Juli und August und trotz des Ausbleibens der Krankheit — nur mittelmässig zu nennen.

1956 lagen auch noch andere Gründe für die niedrigen Erntemittelwerte vor. Die Züchter weigerten sich nämlich — nach den schlechten Erfahrungen im Vorjahre — Stickstoff-Kunstdünger anzuwenden. Stickstoffreichtum begünstigt nämlich bei kühler Witterung das Auftreten der Krankheit, um aber bei günstigen Witterungsverhältnissen den Ernteertrag zu verdoppeln (25).

Hinsichtlich der ungarischen Reisernte hat sich das Jahr 1950 als optimal erwiesen, wo der sonnige Frühling und Sommer den bisher höchsten Ertragsdurchschnitt (38 q/Hektar) sicherten (27).

Im Laufe jahrelanger Erfahrungen hat sich herausgestellt, dass die im sonnigeren und wärmeren südlichen Teile Ungarns (2, 3) gelegenen Reisfelder weniger von der »bruzone« heimgesucht werden. So betrugen die durchschnittlichen Reisernten im Jahre 1955 auf den Reisplantagen um Szeged und Hódmezővásárhely 18–20 q/Hektar, übertrafen also das Doppelte des damaligen Landesdurchschnittes.

Es fragt sich noch, ob hinsichtlich der »bruzone«-Krankheit die Gestaltung des Klimas im Juli oder im August die wichtigere ist. Frühzeitiger Frühlingsbeginn ermöglicht die frühe Aussaat und Blüte und Befruchtung fallen dann auf den Monat Juli, weshalb in diesem Falle die Witterung im Monat Juli wesentlich wichtig ist. Bei der späteren Aussaat verschiebt sich die empfindliche Entwicklungsphase auf den Monat August, wo dann das Erscheinen oder Ausbleiben der Krankheit vom Klima des Monats August abhängig ist.

Der Schwefelwasserstoff bedeutet nicht nur bei den Reisplantagen Ungarns, sondern auch in anderen Ländern ein Problem. In Japan werden zur eingehenden Untersuchung der Frage an Universitäten und Forschungsanstalten planmässig bodenkundliche, chemische, biochemische, mikrobiologische, physiologische, histologische u. a. Untersuchungen durchgeführt (8, 10, 12, 13, 14, 22).

Über die Gestaltung der Temperaturen in Japan können wir uns an Hand einer brieflichen Mitteilung des Institutes für Geophysik der Tohoku-Universität in Sendai (Abb. 5) und über die Sonnenscheinverhältnisse aus dem Atlas von BODÜKO (5) orientieren, wobei sich herausstellt, dass Japan — was die Sonnenscheinverhältnisse anbelangt — keineswegs besser daran ist als Ungarn.

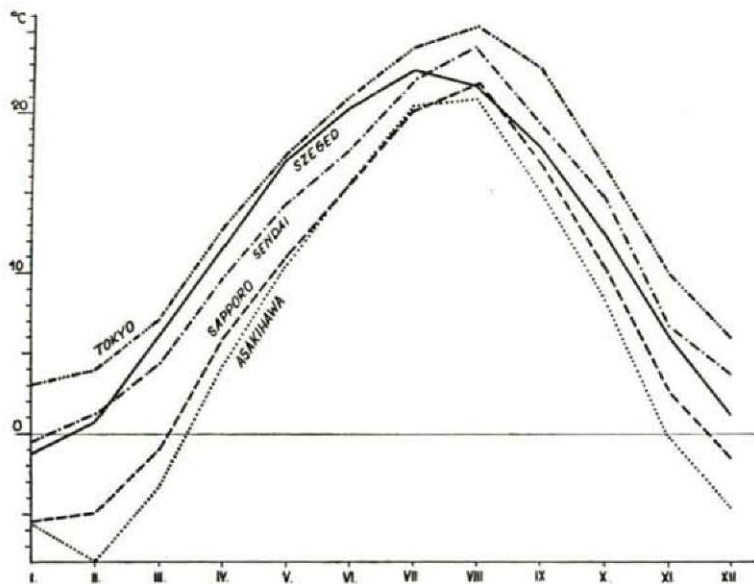


Abb. 5.: Monats-Mitteltemperaturen in Japan und in der Stadt Szeged.

In der Sowietunion bedeuten die günstigen Bodenverhältnisse, die planvoll angelegten Reisplantagen, die reichliche und gute Wasserversorgung, sowie der ausgiebige Sonnenschein und die Wärme einen hinreichenden Schutz gegen die Reisbräune.

Die mitgeteilten Feststellungen dürften auch für die Praxis richtunggebend und bei der Auswahl widerstandsfähiger Sorten verwertbar sein. Versuche dagegen, in denen durch Dauerbeschattung der Pflanzen eine Erhöhung des Infektionsvermögens des als Krankheitserreger aufgefassten Pilzes angestrebt wurde (17), erscheint uns nicht als zweckdienend. Anhaltende Beschattung entzieht letzten Endes der Pflanze das Sonnenlicht, die synthetischen Prozesse, und damit auch die Sauerstoffbildung, werden gehemmt, woraus physiologische Schwächung der Pflanze resultiert. Die gleiche Ansicht vertreten auch BALDACCI und CORBETTA (4).

Unter den Eigenschaften der widerstandsfähigen Reissorten dürften bescheidene Licht- und Wärmeansprüche, und nicht weniger auch starke Oxydationsfähigkeit der Wurzeln eine wichtige Rolle spielen (8).

Zusammenfassung

Die »bruzone«-Krankheit der Reispflanzen verursacht im Falle bestimmter Bodentypen, so z. B. bei Wiesen- und Alkaliböden mit kalkarmer Deckschicht, in manchen Jahren beträchtliche Ernteschäden. In den schwer geschädigten Jahren (1949, 1954, 1955) herrschte kühles Wetter mit wenig Sonnenschein.

Bezüglich der Zusammenhänge zwischen Krankheit und Witterungsverhältnissen konnte folgendes festgestellt werden:

1. Aus der Verbreitung und dem Auftreten der Reisbräune geht hervor, dass die ungünstige Witterung an sich nicht Ursache der Krankheit, sondern nur ein wichtiger Faktor im Zustandekommen derselben ist.

2. Die ungünstigen klimatischen Verhältnisse, mangelhafter Sonnenschein und kaltes Wetter hindern die Reispflanzen an der Bekämpfung der unmittelbaren Krankheitsursache (H_2S). Infolge des geringen Sonnenscheines ist nämlich die Atmung verlangsamt und die Unwirksammachung des Schwefelwasserstoffes seitens der Pflanzen bleibt aus. Die ungestörte, intensive Assimilation spielt also nicht nur betreffs der Bildung von organischen Stoffen, sondern auch in der Unschädlichmachung der reduzierten Bodengifte eine überaus wichtige Rolle.

3. Reichlicher Sonnenschein stellt in der Bekämpfung der Krankheit einen wichtigeren Faktor dar als die Temperatur.

Der in der Wurzelzone gebildete Schwefelwasserstoff kann in der Vegetationsperiode die Pflanze auch vor dem Eintreten des Stengellängswuchses schädigen. Durch weitgehenden Abbau des Bestandes kann er einen herabgesetzten Ernteertrag auch dann bewirken, wenn die Krankheit nicht zum Ausbruch gelangt, wie z. B. im Jahre 1956.

Schrifttum

- (1) Alberda, Th.: Growth and root development of lowland rice and its relation to oxygen supply. *Plant and Soil* 5, 11—29 (1953).
- (2) Aujeszky, L., Berényi, D., Béll, B.: *Mezőgazdasági Meteorológia*. Bp., Akadémiai Kiadó, 1953.
- (3) Bacsó, N., Kakas J., Takács L.: *Magyarország éghajlata*, Bp., 1953.
- (4) Baldacci E., G. Corbetta: La selezione di linee a varietà di riso. *Il Riso*. Reprint.
- (5) Budüko, M. I.: *Atlas Teplovogo Balanca*, Leningrad, 1955.
- (6) Chiappelli, R.: A rizs gombabetegségei. *Önt. Közl.* 2, 233—246. 1940.
- (7) Frank, M.: A rizs bruzone betegsége. *Agrártudomány.* 1, 298—303 (1949).
- (8) Goto, I., Tai, K.: On the differences of oxidizing power of paddy rice seedling roots among some varieties. *Soil and Plant Food.* 2, 198—200 (1957).
- (9) Grist, D. H.: *Rice*, Longmans Green and Co. London, 1955.

- (10) Kamoshita, Y.: Soil types in Japanese paddy rice field. Trans. of the V.-th International Congress of Soil Science. 4, 137—139 (1954).
- (11) Maróti, M.: A növény gyökerének jelentősége az újabb kutatások alapján. Növénytermelés, 7, 85—93 (1958).
- (12) Mitsui, S., S. Aso, K. Kumarawa and T. Ishiwara: The nutrient uptake of rice plant on influenced by hydrogensulfide and butyric acid abundantly evolving under waterlogged soil condition. Trans. V.-th Int. Congr. Soil. Sci. 2, 364—368 (1954).
- (13) Mori, T.: Studies on ecological characters of rice root. Sci. Rep. of. Tokohu Univ. 6, 121—143 (1955).
- (14) Okajima, H., and Takagi S.: Physiological behaviour of hydrogen sulfide in the rice plant. 1. Effect of hydrogensulfide on the absorption of nutrients. Sci. Rep. Res. Inst. Tokohu Univ. 5, 21—31. (1953).
- (15) Padwick, G. W.: Manual of rice diseases. The Commonwealth Mycological Institute Kew. 1950.
- (16) Pearsall, W. H., C. H. Mortimer: Oxidation-reduction potentials in waterlogged soils, natural waters and muds. The Journal of Ecology 37, 438—501 (1939).
- (17) Podhraszky J., Südi, J.: Rizsfajták bruzone rezisztenciájának szabadföldi elbírálása. Növénytermelés 3, 239—248 (1957).
- (18) Potapov, N. G.: Növényélett. Budapest, 1955. Jegyzet.
- (19) Prettenhoffer, I., Somorjai, F., Kertész, L.: Kísérletek a rizs barnulások (bruzone) betegségének megelőzésére. Agrokémia és Talajtan. 2, 211—243 (1954).
- (20) Prettenhoffer, I., Vámos, R.: A szulfátredukáló baktériumok szerepe a rizs barnulások megbetegedésénél. M. T. A. Agrártud. Oszt. Közl. 7, 315—322 (1955).
- (21) Rubencsik, L.: Sulfatreducijusnija bakterii. Moszkva. 1947.
- (22) Saito, B.: Investigations on controlling of the so-called aki-ochi of the paddy rice plant found widely on Kiushu. Bull. of the Kyushu Agr. Exp. Station. 2, 283—293 (1954).
- (23) Sik, K.: A rizs barnulások megbetegedésének oka és megelőzése. Hidr. Közl. 3—4, 106—110 (1949).
- (24) Sik, K.: A barnulások rizs betegség talajtani tanulmányai 1950-ben. Agrókém. Kut. Int. Évkönyve 183—188 (1952).
- (25) Somorjai F.—Járányi, Gy.: Rizstermelés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1954.
- (26) Takai, J., T. Koyama, T. Kamura: Microbial metabolism in reduction process of paddy soils. Soil and Plant Food. 2, 63—68 (1956).
- (27) Takács, F., Vámos, R.: Adatok a rizs termesztéséhez. Szeged—Hódmezővásárhely. 1957.
- (28) Vámos, R.: Microbiological processes in limeless alkali soils. Acta Biol. Szeged, 1, 113—124 (1955).
- (29) Vámos, R.: The role of soil's excess nitrogen in the »bruzone« of the rice. Acta Biol. Szeged, 2, 103—110 (1956).
- (30) Vámos, R.: Chemical examination of the water of flooded rice fields. Nature 180, 1484 (1957).
- (31) Wagner, R.: Adatok a kopáncsi rizsföldek éghajlatához. Időjárás 4, 266—277 (1957).
- (32) Zsoldos, F.: Untersuchungen über die Entgiftung des Ammoniaks bei Reis-pflanzen. Acta Biol. Szeged, 4, 59—63 (1958).

Anschrift der Verfasser: Oberassistent Dr. R. VÁMOS Institut für Pflanzenplupologie der Universität, Tánácsics M. 2., Szeged (Ungarn)

Assistent Dr. M. ANDÓ, Institut für Geographie der Universität, Tánácsics M. 2., Szeged (Ungarn)

CHANGES OF FREE AMINO ACIDS IN RICE SEEDLINGS DUE TO THE EFFECT OF FACTORS RENDERING THEM SUSCEPTIBLE OF THE BROWNING DISEASE

By:
F. ZSOLDOS

Institute for Plant Physiology, University of Szeged
(Received 31, December, 1958)

One of the major problems of rice cultivating countries is the browning disease («bruzone», «Aki-ochi», «Hie-imochi») periodically appearing. As for its appearance the general opinion so far was that it may be produced alone by the *Piricularia oryzae*, at any rate a considerable role is to be attributed to the factors rendering the plant susceptible of the browning disease, (abundant N, lack of radiation, gloomy weather, low temperature, increased H_2S in the soil). In recent years numerous papers have been published supporting this conception (3, 5, 6, 7). In such cases the fungal infection is likely to appear secondarily following a «physiological drought» of fairly high degree (3). To control and follow the disease changes of physiological nature — taking place in the rice plant due to the effect of unfavourable factors — must be learnt. Of the factors rendering the plant susceptible of the disease an account is given first of the low temperature, secondly of the change of the free amino acid due to the effect of H_2S .

Material and method

The experimental plants were cultivated in sand from 14 to 18 days. Seeds were pre-germinated in Petri-dishes. The humidity of the sand, preceding germination, was secured 80%, thereafter the young rice plants were «slightly» flooded. Flooding, when the experiments necessitated, was made with the modified HOAGLAND-solution.

The low temperature treatment (10—12 C°) lasted for 24—36 hours. Here the pots were placed in water bath of the corresponding temperature. Temperature of the air ranged from 24° to 26 C°.

To examine the effect of H_2S the young plants were placed in HOAGLAND-solution and the H_2S was kept bubbling in the solution for 3 hours. In the plants thus treated, beside the change of the amino acid, the quantitative changes of N and P, occurring of the solution, has also been observed.

For the determination of the free amino acid Schleicher-Schüll 2043 B paper was used. In the first dimension butanol-acidum aceticum-water (2:1:1), in the second mixture of phenol-water (4:1) was employed. Spots of the amino acids were produced with 0,2% acetone ninhydrin.

Results and discussion

It is commonly known that the *N*-metabolism in unhealthy plants is unbalanced, consequently that ratio of *soluble N: protein N* is strongly shifted to the favour of the former (2). In the examinations — contrary to previous practice — the quantitative change of the free amino acids were primarily taken into consideration.

The changes due to the effect of the low temperature show the *N*-metabolism disturbances characteristic in general of the unhealthy plants. It is especially important to emphasize the abnormally strong accumulation of the basic amino acids playing a considerable role in the protein synthesis (aspartic acid, glutamic acid, respectively their amids). At the same time the quantity of some of the amino acids (alanine, γ -aminobutyric-acid, tyrosine etc.) hardly changed following a 24-hour cooling. (Fig. 1—2).

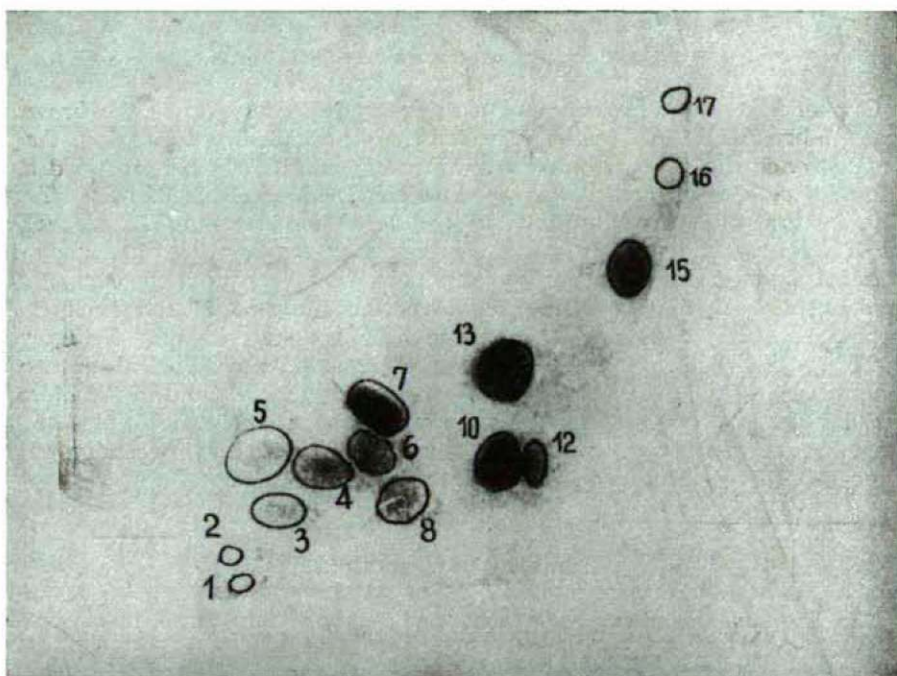


Fig. 1. Free amino acids in root tissues (at 23 C°)

Considering that a *N*-uptake — even in a small degree — could be demonstrated in our experimental circumstances, it seems that the protein synthesis is primarily inhibited by the low temperature while the conversion of inorganic *N* into amino acids is less inhibited. The accumulation of the free amino acid notable in the endospermium indicates that the transport too, is injuriously affected by the low temperature while the mobilization is not affected significantly (Fig. 3.).

The H_2S , however, had quite a different effect on the quantitative changes of the free amino acids of the rice plant kept bubbling through the solution for 3 hours. The free amino acid content of the plants thus treated are shown in Fig. 4. As no N -uptake could be demonstrated from the solu-

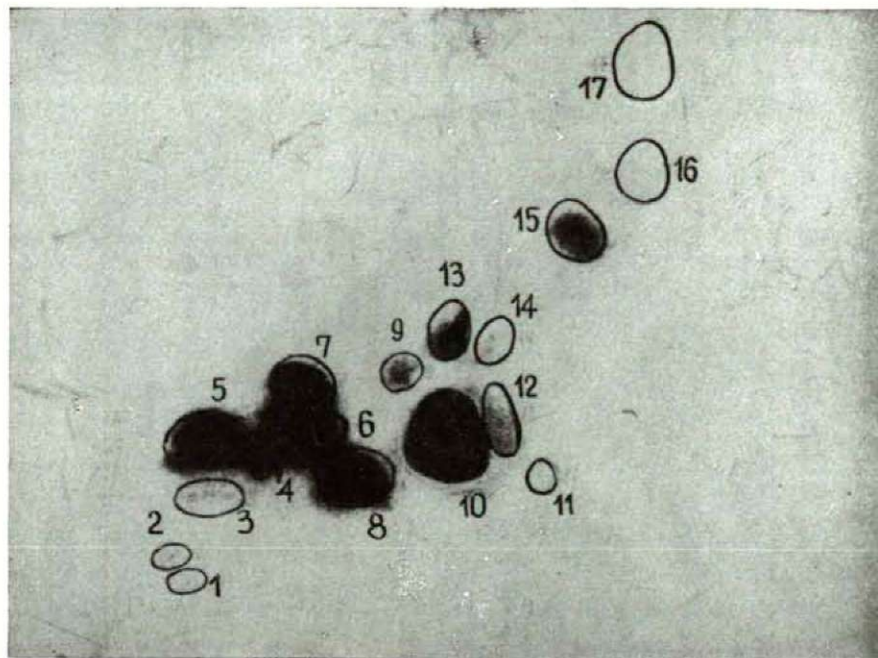


Fig. 2. Free amine acids in root tissues (at 11 C°)

- | | |
|---------------------|-----------------------------------|
| 1 = cysteine, | 10 = glutamine, |
| 2—3 = unidentified, | 11 = histidine, |
| 4 = serine, | 12 = unidentified, |
| 5 = aspartic acid | 13 = alanine, |
| 6 = glycine, | 14 = tyrosine, |
| 7 = glutamic acid | 15 = γ -aminobutyric acid, |
| 8 = asparagine, | 16 = valine, |
| 9 = threonine, | 17 = leucine |

tion treated with H_2S , the comparison of the strips of the A, C and D, F paperchromatogramms is reasonable. It can be stated that some of the amino acid spots on the C and F chromatogramm (aspartic acid, glutamine, glutamic acid) almost entirely disappear during the very short time of the experiment whereas the quantity of the alanin, γ -aminobutyric acid — though slightly — increases. It may be assumed that the quantity of the last two amino acids increased through transamination process, the amino groups being transferred, from glutamine and aspartic acid. Thus the transamination — under our experimental circumstances — has not been blocked by H_2S .

According to our observations both the low temperature and the presence of H_2S affect the water-uptake (Guttation ceased rapidly by low tempe-

rature respectively H_2S). This phenomenon draws our attention to the so-called »physiological drought« mentioned also in the literary data (4). The rice as compared to other plants — due to its anatomical structure — is much more sensitive to the water-loss. Minimal lack of water alone, i. e. a

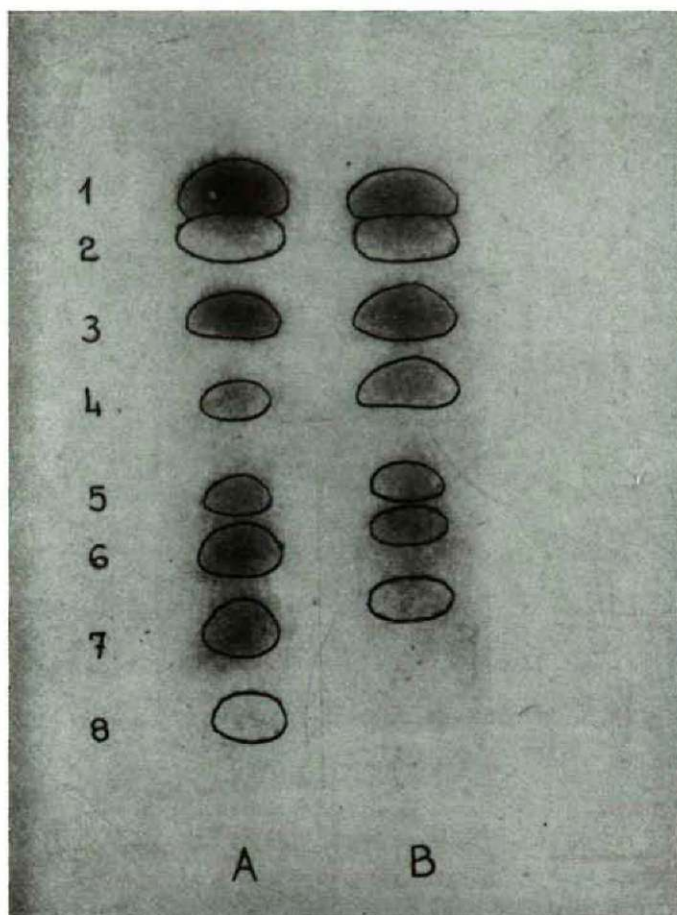


Fig. 3. Changes of free amino acids in the endosperm

A = at 11 C°, B = at 23 C°

1 = leucine,

2 = phenyl-alanine,

3 = valine,

4 = γ -aminobutyric acid

5 = alanine,

6 = glutamic acid,

7 = aspartic acid + glutamine,

8 = unidentified

continued disturbance in the water supply may produce irreversible changes. This condition is peculiarly dangerous in the field when a long-lasting cool period is followed suddenly by dry, warm weather. The water and soil grow warm very slowly — as it is known from WAGNER's investigations — resul-

ting in significant disturbances in the water supply. It is evident that the »physiological drought« occurs sooner in plants of poor roots, overfed with N, and developing in anaerobic soil. For this reason, the formation of the brown disease, in our opinion, can be explained by the simultaneous appearance of several factors.

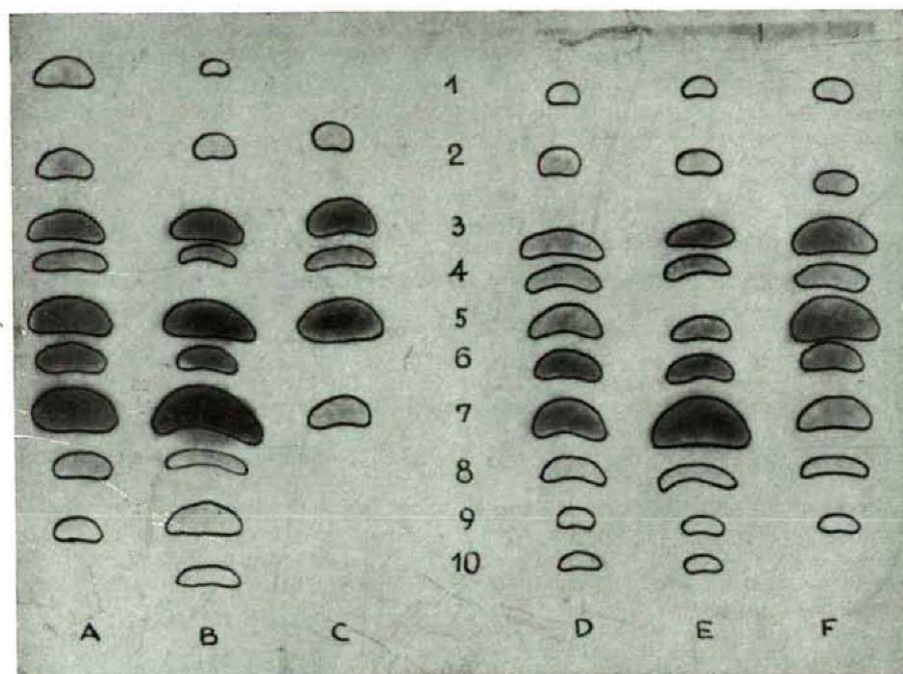


Fig. 4. The amino acids of root and leaf tissue.

ABC	root
DEF	shoot
AD	control (start of experiment, before the transfer of seedlings to the nutrient solution)
BE	Plants in nutrient solution aerated for 3 hours
CF	plants in nutrient solution treated with H_2S for 3 hours
1	= leucine,
2	= valine,
3	= γ aminobutyric acid
4	= tyrosine,
5	= alanine,
6	= glutamic acid,
7	= aspartic acid + glutamine + + asparagine,
8	= histidine,
9	= glutathione,
10	= cysteine

Summary

The periodical appearance of the brown disease of the rice indicates that the weather is an important factor in the formation of this disease. According to our experimental results both the low temperature — especially

under unfavourable radiation conditions — and the H_2S produce considerable disturbance in N -metabolism. Moreover the factors, rendering the plant susceptible of the disease, may produce also disturbance in the water supply, primarily in plants of poor roots, with excess N developing in bad anaerobic soils. This phenomenon directs the attention to the important role played by the so-called »physiological drought«.

This condition may be assumed to play a decisive role in the production of a disease of such physiological origin.

On the basis of the above mentioned facts may be supposed that the species resistant to the browning disease — likely due to their *anatomical structure* — can better tolerate also the scarcity of water. These experimental results may present some basis for the breeders.

References

- (1) Kruzsilin, A. Sz.: Biologicszeszkie oszobennoszti orosaemüh kultur. (Szel'hozgiz, Moszkva, (1954).
- (2) Kuprevits, V. F.: The physiology of diseased plant (In Russian). Acad. Press, Moscow (1947).
- (3) Mitsui, S., Aso, S., Kumazawa, K., Ishiwara, T.: Dynamic studies of the nutrients uptake by crop plants. Jour. Sci. Soil Manure, Japan. **22**, 46—52 (1951) and **24**, 45—50 (1953).
- (4) Takahashi, J., Yanagishawa, M., Kono, M., Yazawa, F., Yoshida, T.: Studies on nutrient absorption by crops. Rice Monografia, Japan (1955).
- (5) Vámos, R.: H_2S , the cause of the bruzone (akiochi) disease of rice. Soil and Plant Food. **4**, 37—40 (1958).
- (6) Wagner, R.: Adatok a kopáncsi rizsföldek éghajlatához (Data to the clima of rice fields of Kopáncs). Időjárás. **61**, 266—277 (1957).
- (7) Zsoldos, F.: Changes in the free amino acids of rice seedlings induced by low temperature and H_2S . Curr. Sci. **28**, 123—124 (1959).

Address of the author: Researcher Dr. F. ZSOLDOS, Institute for Plant Physiology of the University, Tánácsics M. 2., Szeged (Hungary).

STUDIES ON THE NITROGEN METABOLISM OF RICE (RÉSUMÉ OF THESIS FOR CAND. SC. BIOL.)

by
F. ZSOLDOS

Institute for Plant Physiology University of Szeged
(Received: 31. December, 1958)

A study of the mineral nutrition of higher plants is a problem of paramount importance both from theoretical and practical point of view since it has a bearing on all the major phases of plant physiology (photosynthesis, water regime, growth and development, differentiation of tissues etc.) and thereby greatly determines the yield. Studies on the mineral nutrition of rice plants are warranted, among others, by the wide occurrence and sometimes, however, little attention was devoted to a deeper understanding of the rice fields during the last years. According to the prevailing opinion the development of brusone is also affected by the mineral nutrition and especially by the nitrogen metabolism of the rice plant.

The problems of irrigation, particularly those connected with the determination of optimal water supply, are waiting for further elucidation. Observations made by practical rice growers on the effect of the thickness of the water layer, on that of the atmospheric humidity, soil structure, soil composition and soil cultivation (11, 12, 13) might and must be explained by studies on the mineral nutrition. The need for physiological studies is further accentuated by recent trends in the elaboration of a logical system of soil fertilization.

The irrigation procedures used nowadays are mostly empirical in nature and underwent little changes during the last decades (3). The »modern« rice growing is based essentially on the experience of ancient rice growers. The practice of rice cultivation has been improved in many respects, mostly as far as the use of machines and the whole set up of irrigation is concerned, however, little attention was devoted to a deeper understanding of the rice plant.

A number of important problems concerning the mineral nutrition of rice remained obscure, since in most experiments the attention was focused exclusively on the yield and a study of the reaction of the rice plant to various treatments was not undertaken. It is impossible to set up a reasonable system of soil fertilization without a deeper knowledge of the nutritional requirements of the rice necessitate a detailed investigation of a number of physiological

and biochemical processes. It is necessary to investigate the trend and direction of various metabolic processes at different developmental stages and to relate these processes with the basic problems of irrigation and soil fertilization.

In the present study the uptake of nitrogen and phosphorus by rice plants was investigated in experiments of short duration (4—12 hrs). Further studies were undertaken on the transformation of inorganic N into organic form, on transamination problems and on the translocation of the transamination products from the roots. This led to an investigation of various aspects of metabolism in the root system of rice seedlings such as the problem of primary amino acid synthesis and the comparison of some basic metabolic processes of rice with those occurring in other cultivated plants. We also studied the nature of organic N compounds transported from the root system to the shoot. Furthermore the effect of the level of irrigation water on the uptake and mobilization of substances was investigated.

Materials und Methods

The experimental plants were grown under semi-steril conditions for 14 days in washed sand. Before sowing the seeds were swollen for 12 hrs at room temperature and pregerminated on filter paper in Petri dishes until the seed coat was burst. Till the emergence of the seedlings (germination) the water content of soil was kept on 75—80% of the total water holding capacity. After the emergence the water content of soil was modified according to the requirements of the experiment in question and the water evaporated was supplied every day. The plants cultivated in this way exhibited well developed root and shoot system. Barley seedlings were grown as control plants under identical conditions without irrigation. Except the plants were subject to experimental starvation, the inorganic nutrients were mixed, according to MITSCHERLICH, with the sand before sowing. The amount of nutrient salt varied according to the requirements of the experiments.

The root system of plants was washed with streaming water in order to remove the sand particles. In the studies on ion uptake the seedlings were grown in a modified HOAGLAND solution for various periods according to the aim of the experiments. As a N-source only $\text{NH}_4\text{-N}$ was supplied to the culture solution. The cultures were carefully checked for eventual bacterial contamination. The concentration of the nutrient solution and the length of the experiments was chosen to make the measurement of the amount of various elements also by the end of the experiments possible. Phosphorus was determined according to FISKE and SUBBAROW. $\text{NH}_4\text{-H}$ was assayed by photometric nesslerization (7). Aerobic and anaerobic conditions were created by bubbling air or nitrogen through the nutrient solutions.

The extraction of amino acids was carried out by precipitating the proteins with 80% alcohol from a homogenate followed by centrifugation. Extracts corresponding to 20 cg fresh weight were chromatographed on Sch. & Sch. paper (No. 2043 b) dividing the ring chromatograms into 4 sectors. As a developing solvent a mixture of phenol: water: butanol: acetic acid (16:16:128:40) was chosen. The chromatograms were sprayed with 0,2% ninhydrin dissolved in acetone. Identification of the ninhydrin positive spots took place by cochromatography of standard amino acids. A photometric method developed by FISCHER was used for quantitative assays (5).

The plant material used for the various experiments consisted of 300 rice seedlings of average size. The average deviation from the mean in the various experiments did not exceed $\pm 2,5\%$.

Results and discussion

As may be seen from Fig. 1. the anaerobic environment of rice roots does not inhibit the nitrogen uptake of rice seedlings, whereas the absence of oxygen greatly inhibits the N-uptake by barley roots. This situation is profoundly changed when the shoot of rice seedlings is removed or submerged. In these cases aeration promotes the N-uptake of the rice plant as

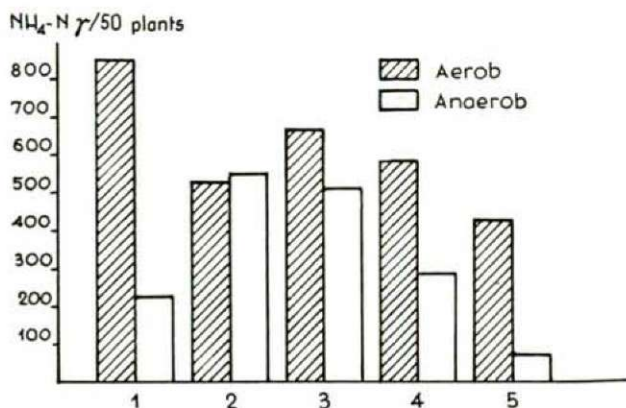


Fig. 1. The effect of aerobic and anaerobic conditions on the ion uptake of rice

- 1 = barley (control plant)
- 2 = rice root in nutrient solution
- 3 = rice root + shoot in 2% nutrient solution
- 4 = whole plant in nutrient solution, submerged
- 5 = decapitated root in nutrient solution

well. Therefore the processes responsible for the uptake of nutrients are apparently promoted by the oxidative metabolism both in shoot and root, however the O₂ requirement of roots is fulfilled and mediated somehow by the leaves.

The same seems to be true for the uptake of phosphorus. The oxygen needed for P-uptake is supplied by the shoot. This process is extremely important in so far as after inundation the conditions in the soil are rapidly shifted towards anaerobiosis (9). In case of a sufficient O₂-translocation from shoot to root the ion uptake by the root system does not depend on the O₂ content of the surrounding medium. However, if the O₂-transport is for some reason inhibited (i. e. high water level) the synthetic processes of root tissues will decline with a concomitant increase in hydrolytic processes. Therefore, a too high water level is undoubtedly disadvantageous for the development of rice and inhibits the uptake of nutrients. The inhibitory effect of high water level can not be explained entirely by the absence of O₂. There are many indications to show that the water, even if enriched with oxygen, is not an optimal environment for the development of rice.

Studies on the uptake of nutrients indicated that the young rice seedlings absorb high quantities of NH₄-nitrogen which is then rapidly converted into organic compounds (14, 15). As shown by paper chromatographic studies an

unknown ninhydrin positive spot appeared around the 90th minute of the experiments (Rf 0,19). The unknown N-acceptor yielded the following amino acids upon hydrolysis with 6 n HCl: cystein, histidine, aspartic acid, glutamic acid, alanine, tyrosine, valine and leucine (Fig. 2). The conclusion was, therefore, reached that the N-acceptor is a peptide.

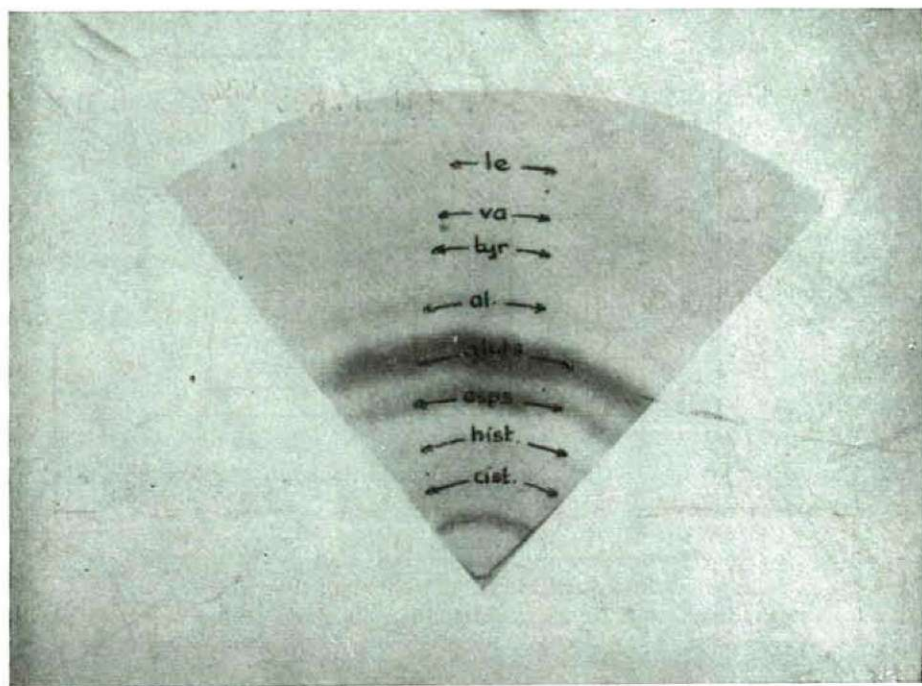


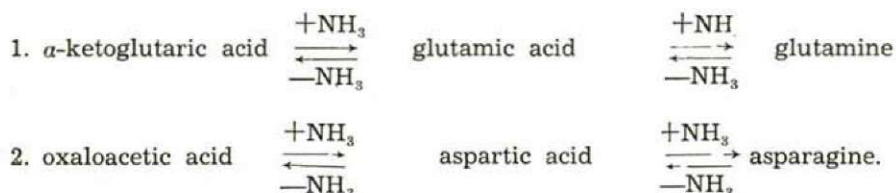
Fig. 2. Products of peptide hydrolysis

cist. = cysteine
 hiszt. = histidine
 aszp. = aspartic acid
 gluts. = glutamic acid
 al. = alanine
 tyr. = tyrosine

Various explanations may account for the mechanism of N-accumulation in the peptide. A keto-peptide might be involved which incorporates inorganic nitrogen as a direct NH_4 -acceptor. On the other hand, the peptide might be a simple protein precursor synthesized via normal transamination processes. As to the first alternative a hypothesis put forward by LINDERSTROM—LANG (8) should be born in mind. According to the ideas of the Scandinavian worker the preexistence of all component amino acids is not a prerequisite of peptide synthesis. The synthesis of ketopeptides must also be taken into account supposing thereby a secondary incorporation of amino groups as a final step of peptide formation. This suggestion is, of course, highly hypo-

thetical and the use of N^{15} is indispensable for the decision of the problem. Also the detection of enzymes would be necessary which are capable of catalyzing amination or transamination with peptides. My own studies have shown transamination unequivocally only between glutamic acid and alanine.

The incorporation of inorganic nitrogen into organic compounds follows two main routes in higher plants:



There is still a disagreement whether alanine is synthesized only by transamination or also by direct amination. Transamination seems to be more likely according to our paper chromatographic studies.

The relatively high amount of peptides found in the roots and leaves of rice seems to be of a high importance. Unfortunately little is known about the role of peptides in nitrogen metabolism especially as far as higher plants are concerned. A few peptides have been described, however, their biochemical properties and physiological role are very poorly understood (2, 4, 10).

Data obtained from the analysis of the solution secreted by guttation show that peptides might also play an important role in the translocation of N-compounds.

In order to gain some information as to the utilization of various nitrogen compounds the uptake and incorporation of NO_3 was studied. It may be seen from Table 1. that rice seedlings are able to the reduction and in-

Table 1. The utilization of various nitrogen compounds by rice seedlings

	Nitrogen compound	Total-N mg/50 seedlings				Mg N uptake compared to starving plants
		root	shoot	endosperm	whole seedling	
1	$\text{NH}_4\text{-N}$	2,0	7,7	7,4	17,1	5,7
2	$\text{NO}_3\text{-N}$	2,0	7,5	6,9	16,4	5,0
3	—	0,5	3,5	7,4	11,4	—

corporation of the consumed NO_3 , an observation which is in contradiction to BONNER's ideas about the question (1). The reduced intermediate is mainly converted into organic form via glutamic and aspartic acid. The conversion of NO_3 is, however, much slower than that of NH_4 .

Studies of the effect of water level on nutrient uptake and mobilization of substances in the endosperm indicate that an inundation as high as 10—15 cm, right after the emergence of the seedlings, in addition to root growth, also inhibits the accumulation of organic substances because of the distur-

bances in nitrogen metabolism clearly revealed by the accumulation of free amino acids (Table 2). In addition, the mobilization of substances and their translocation from the endosperm is also inhibited. These results are in accord with the findings of ERÜGIN and GOSH (3, 6). It is indicated that the carbohydrate metabolism is disturbed and in addition the translocation of N-compounds from the endosperm is inhibited. A detailed description of these results will appear later.

These observations outlined above also have a bearing on the practice of rice growing. The rice seedlings are flooded with water just at the beginning of their germination which may be regarded as the most sensitive

Table 2. Changes in the level of free amino acids in roots of rice seedlings as influenced by various water levels

	Extent of inundation	Alanine	Aspartic acid	Complex spot	γ -amino-butyric acid	Glutamic acid	Histidine	Leucine	Tyrosine	Valine
1	No inundation	++	++	++	+++	++	+	(+)	+	(+)
2	Shallow inundation	++	++	+++	++	++	(+)	++	+	+
3	High inundation	++++	+++	++++	+++	+++	—	+	—	++

++ = demonstrated (in various amounts)

(+) = only in traces

— = absent

1) = complex spot containing asparagine, glutamine, and glycine

stage of plant development. This might exert a deleterious effect on the first phase of seedling growth but in addition it might affect the whole vegetation period of the rice plant.

An analysis of the data presented in this paper suggests that an adequate equilibrium between the synthetic and hydrolytic processes resulting in a normal development of the rice seedlings, i. e. the preponderance of a synthetic trend in metabolism, is reached by a low water level (0.5—1 cm). Higher water level (15 cm), even if enriched somehow with O_2 , does not favour the development of rice. Therefore any agrotechnical procedure, which stressing some other points (for example weed eradication) neglects the optimal conditions necessary for the undisturbed development of rice must be regarded as harmful.

Summary

Since the inundation of rice fields creates anaerobic conditions in the soil and thereby a special situation as far as uptake and transformation of nutrients by the rice plant are concerned the present study was undertaken to elucidate the effect of anaerobic conditions on the uptake and incorporation of nitrogen by rice seedlings. The studies were mainly concentrated on the uptake of nitrogen and its entry into organic matter. In this connec-

tion a special attention was paid to the investigation of transamination. The effect of aerobic and anaerobic conditions upon the uptake of inorganic nutrients was also studied. The influence of various water levels upon some biochemical processes of the rice plants and their connection was investigated. It has been observed that the anaerobic conditions in the soil do not affect the nitrogen and phosphorous uptake of intact rice plants. The removal of the shoot or its submersion, however, results in an inhibition which can be removed by aeration. Therefore, the biochemical processes of the rice root mediating the uptake of inorganic compounds depend on O_2 . The O_2 is supplied by the shoot. If the translocation of O_2 is for some reason inhibited (too high water level) the synthetic processes of the roots slow down and the hydrolytic processes gain in importance. Therefore, a high inundation, especially at an early stage of rice development, affects unfavourably the growth processes. Rice seedlings are able to convert both inorganic nitrogen sources (NH_4 , NO_3) into organic form. Especially NH_4 appears rapidly in organic compounds. The question as to the physiological role of the peptide contained by rice roots is still waiting for further elucidation. The entry of inorganic nitrogen into organic compounds is mediated by glutamic acid in rice seedlings. The synthesis of alanine takes place, in our opinion, via transamination.

References

- (1) Bonner, J.: The role of organic matter, especially manure, in the nutrition of rice. *Botanical Gazette*, **108**, 267—279 (1946).
- (2) Borris, H., Schneider G.: Über den Nachweis eines Peptids in den Samen von *Agrostemma githago* L. und seine Keimungsphysiologische Bedeutung. *Naturw.* **4**, 103 (1955).
- (3) Erügin, P. C.: Fiziologicseszkije osnovü orosenyija risza. (Physiological principles of irrigation of rice). Akademija Nauk SSSR. Moszkva. (1950).
- (4) Fejér, D.: Vorkommen von zwei weiteren Peptiden im Blutungssaft von Mais, *Naturw.* **45**, 387—388 (1958).
- (5) Fischer, F. G. und H. Dörfel: Zur quantitativen Auswertung der Papierchromatogramme von Eiweishydrolysaten. *Biochem. Zeitschr.* **324**, 544—566 (1953).
- (6) Gosh, B. N.: Studies on the physiology of rice. VII. Effect of varying water levels on growth of rice in relation to nitrogen absorption. *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, **20**, 271—387 (1954).
- (7) Kelley, C. J., A. S. Hunter, and A. J. Stergers: Determination of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in plant tissue. *Ind. and Eng. Chem. Anal. Ed.* **18**, 319—322 (1955).
- (8) Linderstrom—Lang, K.: Proteolytic enzymes. *Ann. Rev. Biochem.* **8**, 37 (1955).
- (9) Patrick, W. H., and M. B. Sturgis: Concentration and movement of oxygen as related to absorption of ammonium and nitrate nitrogen by rice. *Soil Science Soc. of Am. Proc.* **19**, 59—62 (1955).
- (10) Schneider, G.: Über Vorkommen und Verteilung hydrolysierbarer Aminosäureverbindungen in der Fraktion der löslichen N-Verbindungen von *Mentha spicata*. *Flora* **142**, 466—478 (1955).
- (11) Szelényi, F.: Researches on the determination of the optimal water demand of the rice plant and on the rational water husbandry of rice growing. *Pub. Bot. Inst. Roy. Hung. Univ. Sopron.* 1—32 (1941).
- (12) Vámos, R.: The role of the soil's excess nitrogen in the bruzone of the rice. *Acta Biol. Szeged* **2**, 103—110 (1956).

- (13) *Wagner, R.*: A mikroklima hatása a rizs megbetegedésére. (Effect of microclimate on diseases of rice plant). MTA. Agrártud. Oszt. Közl. **14**, 235—242. (1958).
- (14) *Zsoldos, F.*: Stickstoffumsatz der ammophilen Pflanzen. Naturw. **44**, 566—567 (1957).
- (15) *Zsoldos, F.*: Physiological studies of the rice II. Effect of aerobic and anaerobic conditions on the ion uptake of rice. Acta Biol. Szeged **4**, 51—57 (1958).

Address of the author: Researcher Dr. F. ZSOLDOS, Institute for Plant Physiology of the University, Táncsics M. 2., Szeged (Hungary).

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE STRUKTUR DIE MIKROSKOPISCHE INNERVATION UND DIE CHOLINESTERASEAKTIVITÄT DER NEBENNIERE VON VÖGELN

Von

A. ÁBRAHÁM und A. STAMMER

Aus dem Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität, Szeged
(Eingegangen am 9. März)

Mit den Problemen hinsichtlich der Struktur, der mikroskopischen Innervation und der Histochemie der Nebenniere haben sich bisher verhältnismässig zahlreiche Forscher beschäftigt. Dennoch fällt beim Studium der diesen Fragenkomplex zusammenfassenden Arbeit von BACHMANN (4) gleich auf, dass betreffs der Struktur und Funktion dieses morphologisch und physiologisch gleichermassen wichtigen Organs noch viele Probleme einer Lösung harren. Besonders augenfällig sind die Mängel auf dem Gebiete der Innervation und der histochemischen Untersuchungen. Diese Feststellung bezieht sich im allgemeinen auf sämtliche Nebennieren, insbesondere aber auf die der Vögel, die im Sinne der Literaturangaben sozusagen in jeder Beziehung als vernachlässigt zu betrachten ist. Es liegen allerdings einige anatomische und histologische Untersuchungen auch in dieser Richtung vor, und GIACOMINI (cit. 4) hat sogar mit dem Golgi'schen Verfahren auch die mikroskopische Innervation studiert, aber die feineren Innervationsverhältnisse sind mit den neueren Methoden noch von niemandem eingehend untersucht worden. In vollem Masse gilt dies auch für die histochemischen und insbesondere für die enzymatischen Untersuchungen. Es soll daher im Folgenden über die Untersuchungen berichtet werden, die wir im Laufe der vergangenen Jahre an den Nebennieren verschiedener Vögel angestellt haben, um ausser den strukturellen Verhältnissen auch die mikroskopische Innervation und die Cholinesteraseaktivität dem Verständnis näher zu bringen. Hierbei liessen wir uns auch von der Überlegung leiten, dass die vielen Fragen, die besonders hinsichtlich der Innervation der Nebenniere auch heute noch in vieler Beziehung einer Antwort harren, auf Grund von Untersuchungen an einer Tiergruppe, die auf einer niedrigeren Stufe der Phylogenie steht und über die Reptilien nahe verwandtschaftliche Beziehungen zu den niederen Wirbeltiergruppen unterhält, wesentlich leichter zu beantworten sein dürften.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden vornehmlich an den Nebennieren der leicht zugänglichen Haustaube (*Columba domestica*), des Huhnes (*Gallus domesticus*), der Hausente (*Anas anas*), der Gans (*Anser anser*) und des Truthuhns (*Meleagris gallopavo*) vorgenommen, daneben wurden aber auch die Nebennieren der Wasserralle (*Rallus aquaticus*), der balkanischen Lachtaube (*Streptopelia decaocto*), des grauen Reiheres (*Ardea cinerea*), der Möve (*Larus ridibundus*) und der Dohle (*Colaeus monedula*) untersucht.

Das möglichst frisch entnommene Material — gewöhnlich in 10%igem neutralem Formalin fixiert — wurde nach dem Imprägnationsverfahren von Bielschowsky—Abrahám aufgearbeitet (1). Die Cholinesteraseaktivitätsbestimmungen wurden an den Nebennieren der Taube und der Dohle mit der Koelle-Friedenwald'schen Methode in der Modifikation von Coupland-Holmes (5) unter Verwendung von Acetylcholinjodid (Hoffmann-la Roche, Basel) als Substrat bei pH 6.2 und Inkubationszeiten von 6, 12, 18 und 24 Stunden vorgenommen.

Lage und Struktur

Die Nebenniere der Vögel schmiegte sich dem oberen Abschnitt der beiden vorderen Nierenlappen an und steht auf das innigste mit den Genitalien in Verbindung. Sie stellt im wesentlichen eine kleinere oder grössere oberflächliche Drüse dar, die bei sämtlichen Vögeln auffindbar und in der Regel paarig ist. MECKEL und PETTIT (cit. 4) bringen Angaben über die Variationen bezgl. des Ausmasses, sowie der Gestalt und Lage dieses Organs. Wir können diesen Angaben nur beipflichten und hinzufügen, dass nicht nur bei den verschiedenen Arten, sondern auch innerhalb dieser individuell starke Abweichungen in Bezug auf Lage und Umfang der Nebennieren vorliegen. Daneben sind aber auch Abweichungen in der Anatomie je nach Alter und Geschlecht zu verzeichnen. Noch deutlicher treten die Unterschiede in der histologischen Struktur und innerhalb dieser bzgl. der Verteilung der für die Nebenniere der Vögel im allgemeinen charakteristischen beiden Substanzen, der adrenalen (Mark-) und der interrenalen (Rinden-) Substanz, zutage, die sich bei den einzelnen Vogelarten sehr verschieden gestalten kann. Es gibt Vögel bei denen die interrenale, und andere, bei denen die adrenale Substanz vorwiegt, wie auch aus den Untersuchungen von HARTMANN, ALBERTI und BROWNEL (cit. 4) hervorgeht. Diesen Angaben möchten wir hinzufügen, dass nach unseren Befunden die Verteilung der beiden Substanzen im Laufe des individuellen Lebens auch innerhalb ein- und derselben Art variiert. Während bei jüngeren Exemplaren die beiden Substanzen nahezu proportional verteilt sind, ist bei den entwickelteren entweder die adrenale oder aber die interrenale Substanz im Übergewicht. Auch hinsichtlich der Anordnung der beiden Substanzen ergeben sich Abweichungen: während in manchen Fällen (Truthuhn) direkt unterhalb der Nierenkapsel eine sozusagen vollkommen zusammenhängende interrenale Substanz zu beobachten ist, dominiert in anderen (Wasserralle und Dohle) in den oberflächlichen Regionen die adrenale Substanz. Übrigens scheint ein gewisser Zusammenhang zwischen der Proportion von adreneraler bzw. interrenaler Substanz und den periglandulären Ganglien bzw. ihrer Zahl und Lage zu bestehen. Um die Nebennieren und auch innerhalb ihrer Substanz finden sich nämlich bei den Vögeln zahlreiche, aber nur mikroskopisch

nachweisbare Ganglien. Es handelt sich dabei um ein dem Geflechtsystem des *Nervus splanchnicus* und dem *Plexus genitalis* angehörendes Gangliensystem, über dessen Verbindungsverhältnisse selbst im binokularen Präpariermikroskop kein entsprechendes Bild erhalten werden kann. Über die Struktur der Ganglien geben lediglich mikroskopische Untersuchungen Auskunft.

Betreffs Zahl, Grösse und Anordnung der periglandulären Ganglien fanden wir, dass dort, wo mehrere kleine Ganglien vorliegen (Huhn, grauer Reiher, Dohle), die adrenale Substanz auffallend entwickelt ist und auch unterhalb der Bindegewebskapsel zu dominieren pflegt, ja sogar einen wirklichen, zusammenhängenden äusseren Ring bildet. Im mittleren Anteil ist aber auch hier eine proportionale Verteilung der beiden Substanzen festzustellen. Bei denjenigen Vögeln, bei denen sich in den Nebennieren nur ein oder wenige gut entwickelte Ganglien befinden, ist meistens an der äusseren Rändern der Nebenniere, und in der ganzen Substanz überhaupt, die interrenale Substanz die vorherrschende. Besonders deutlich zeigt sich dies im Falle des Truthuhnes, wo die Nebennierensubstanz in Höhe des oberen Drittels durch ein wohlentwickeltes, nahezu halbmondförmiges Ganglion in zwei Teile geteilt wird, von dem aus Nerven in die Gewebelemente der Nebenniere treten. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich bei der Ente, der Gans, der Möve, der Wasserralle und der balkanischen Lachtaube.

Mikroskopische Innervation

Die beiden Aufbauelemente der Nebenniere sind auch in imprägnierten Bildern sehr wohl voneinander zu unterscheiden. Die adrenale Substanz, deren Zellen sich in imprägnierten Präparaten stark färben und charakteristische Formen zeigen, bilden zwischen den ein weniger typisches, zuweilen granuliertes interrenales System aufbauenden Trabekeln ein auf das innigste zusammenhängendes Trabekularsystem.

Was die Innervation anbetrifft, zeigt schon Betrachtung der Präparate bei kleiner Vergrösserung den aussergewöhnlichen Reichtum der adrenalen Substanz an Nervenfasern, während die interrenale Substanz sich in ihrer ganzen Ausdehnung als nervenfrei erweist (Abb. 1*). Die Nervenstämmen, welche die adrenale Substanz sozusagen völlig verdecken, bilden auf den miteinander zusammenhängenden, mehr oder minder dicken Zellbündeln sehr reiche Geflechtsysteme. In diesen Geflechtsystemen, sowie auch in den kleineren oder grösseren Nervenstämmen nehmen am Aufbau lediglich marklose, glattrandige Fasern teil. Es gibt dickere und dünnere Fasern, aber ihre ganze Erscheinung und Struktur sprechen dafür, dass sie ausnahmslos dem vegetativen Nervensystem angehören (Abb. 2). Die Fasern der sich den Endsystemen der Nervenstämmen anschliessenden Geflechte umspinnen sozusagen die Zellen der adrenalen Substanz; welcher innere Kontakt aber zwischen den Endfasern und den Zellen besteht, kann mit voller Ent-

* Die Zeichnungen hat der wissenschaftliche Mitarbeiter des Instituts, G. MRÁZ, angefertigt, dem wir für seine sorgfältige Arbeit auch an dieser Stelle unseren Dank aussprechen.

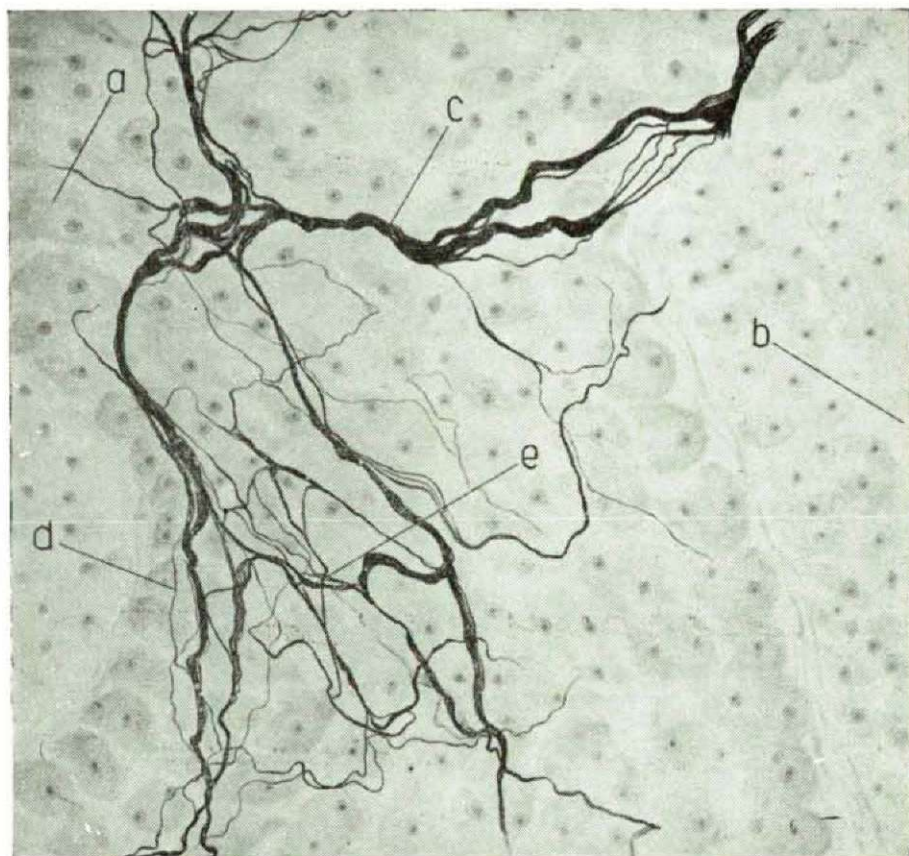
schiedenheit nicht einmal in den bestimprägnierten Präparaten festgestellt werden (Abb. 3). Jedenfalls muss als Tatsache gebucht werden, dass stellenweise kleinere oder grössere Endköpfchen vorkommen, die für eine solche Natur der Endigungen sprechen. Natürlich berechtigt die geringe Zahl derartiger Endigungen nicht dazu, in dieser Hinsicht einen durch objektive



1. *Rallus aquaticus*: Nebenniere. Tangentialer Längsschnitt. a) Marksubstanz, b) Rindensubstanz, c) Nervengeflecht, d) Nervenbündel, e) Nervenfaser. Vergr. 280 x. Photographisch auf die Hälfte verkleinert.

Tatsachen gestützten Standpunkt einzunehmen. Da aber an anderen Gebieten, und zwar an solchen, die vom vegetativen Nervensystem innerviert sind, entschieden festgestellt werden konnte, dass die Endfasern des vegetativen Nervensystems sich mittels kleineren oder grösseren Ringen oder Endköpfchen den verschiedenen Zellen anschliessen, zweifeln wir nicht daran, dass der Kontakt zwischen Nervenfaser und adrenalen Zellen ebenfalls durch ähnliche Nervenendigungen hervorgebracht wird, die entweder auf

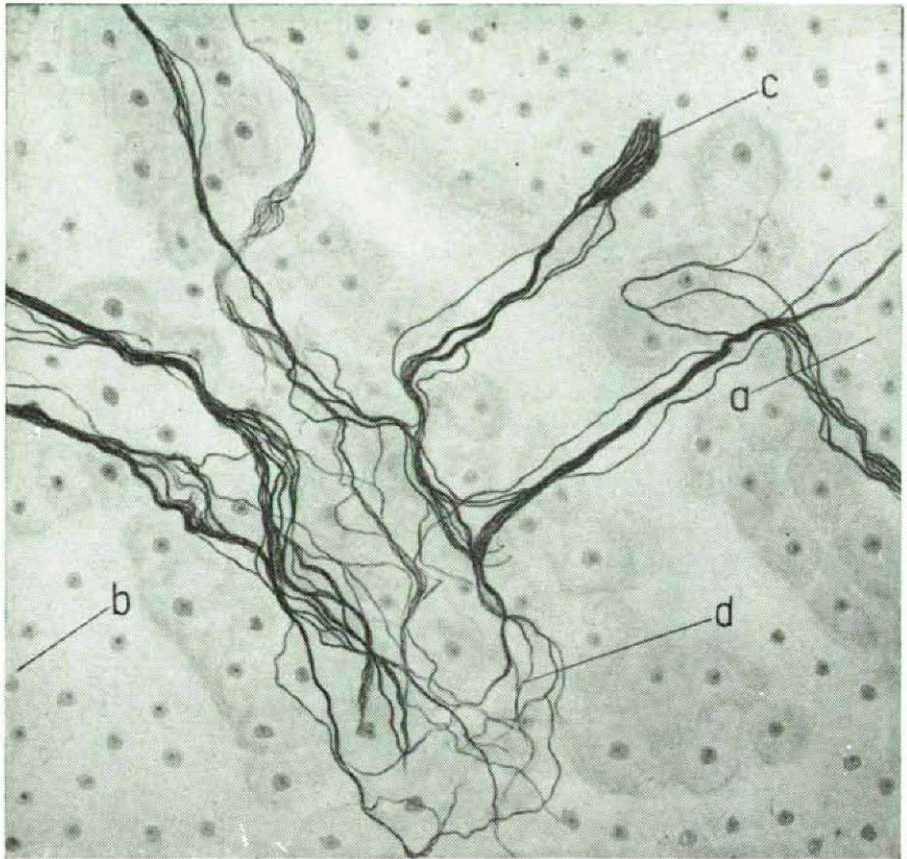
der Zelloberfläche oder in irgendwelchen Vertiefungen des Zellkörpers Platz nehmen (3). Bezüglich der Frage, ob die Endigungen an der Oberfläche einer Zelle massenhaft als Reizüberträger funktionieren, oder ob eventuell jede Zelle nur über eine Endigung verfügt, lässt sich im vorliegenden Falle



2. *Ardea cinerea*: Innervation der Nebenniere. a) Marksubstanz, b) Rindensubstanz, c) Nervenstamm, d) Nervenfasern, e) Nervenplexus. Vergr. 280 x. Photographisch auf die Hälfte verkleinert.

noch kein endgültiger Standpunkt einnehmen. Die Untersuchungen werden jedenfalls fortgesetzt und zwar um so mehr, als wir die Zusammenhänge zwischen der Nebenniere der Vögel und ihrem Instinktleben im allgemeinen als positiv bewerten und überdies auch für wahrscheinlich halten, dass das Nebennierensystem der Vögel mitsamt seinen Nervelementen sogar auch jahreszeitlichen Veränderungen unterworfen ist. Es soll aber im Folgenden nicht nur dem innigen Verhältnis zwischen der Nebenniere und dem Nervensystem der Vögel Aufmerksamkeit gewidmet werden, es sollen auch die

ähnlichen Nervenverbindungen der niederen Wirbeltiere untersucht werden, da wir der Ansicht sind, dass gründliche neurohistologische und histochemische Untersuchungen dieser Beziehungen weitgehend zur Entscheidung der strittigen Fragen beitragen könnten, welche in Bezug auf die Struktur, die



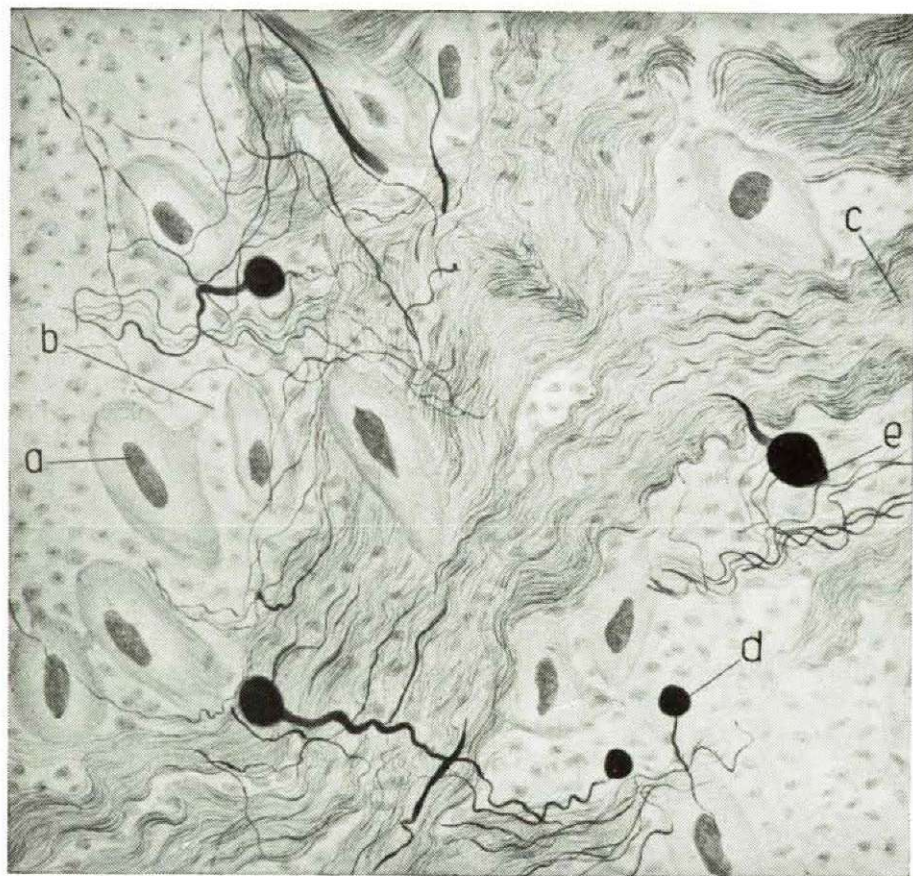
3. *Rallus aquaticus*: Innervation der Nebenniere. a) Marksubstanz, b) Rindensubstanz, c) Nervenstamm, d) Nervenplexus. Vergr. 600 x. Photographisch auf die Hälfte verkleinert.

Innervation und die Histochemie der Nebenniere in vieler Hinsicht bestehen und die auch trotz der mannigfaltigen Untersuchungen an der Säugetiernebeniere nicht überzeugend beantwortet werden können.

Ganglien

Auf der Suche nach dem Ursprung der die Nebennierengewebe versorgenden Nerven müssen auch die auf der Nebennierenkapsel liegenden, bzw. im Nebennierengewebe eingebetteten Ganglien mit in Augenschein genommen

werden. Die ersteren stellen — histologisch gesehen — aus multipolaren Nervenzellen aufgebaute, typische vegetative Ganglien dar. Die aus den Zellen austretenden Fortsätze sammeln sich bereits im Innern der Ganglien und treten zu mehreren, in Gestalt dünner postganglionärer Nerven an die Nebennierensubstanz heran. Die Zellen haben gewöhnlich einen Kern; die



4. *Anas anas*: Nervenganglion aus der Umgebung der Nebenniere. a) Nervenzelle, b) Nervenzellfortsatz, c) Nervenbündel, d) Synapse, e) Endkölbchen. Vergr. 600 x. Photographisch auf die Hälfte verkleinert.

vereinzelt in Erscheinung tretenden zweikernigen Formen halten wir für Entwicklungsanomalien. Um die Zellen herum wird das Hüllplasmodium, dessen Kerne scharf hervortreten, deutlich sichtbar. In diesen Ganglien finden sich reichliche Synapsen. Innerhalb der Zellen oder im interzellulären Bindegewebe werden häufig beträchtliche Endkolben sichtbar. Diese Endformen erinnern an die Synapsen, welche ABRAHAM (2) und KIRSCH (5) aus den lumbalen Ganglien des Menschen mitteilten. Unter den Synapsen der Nebennierenganglien befinden sich oft auch Endsohlen von auffallender

Grösse, die zusammen mit ihren Endfasern sehr stark argentophil sind (Abb. 4). Da wir fanden, dass die *Vagusfasern* sich derart stark zu imprägnieren pflegen, glauben wir in diesen eigentümlich gut zu imprägnierenden Synapsen Endigungsformen der präganglionären *Vagusfasern* sehen zu dürfen.

Die zweite Gruppe der Ganglien bilden diejenigen, welche die Bindegewebshülle der Nebenniere durchbrechen oder tiefer unter der Kapsel Platz nehmen; sie unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihrer Lage von den periglandulären ähnlichen Gebilden. Auch hier handelt es sich vorwiegend um multipolare Zellen. Zwischen den Zellgruppen ziehen kräftige Faserbündel, die einen Teil der Nervenfasern für die adrenale Substanz liefern. In diesen Ganglien finden sich weniger Synapsen und auch die Endkolben sind weniger gross.

Cholinesteraseaktivität

Im Interesse der Auswertung der neurohistologischen Bilder haben wir Untersuchungen auch über die Cholinesteraseaktivität der Nebenniere angestellt, die folgende Ergebnisse zeitigten. Die Bindegewebskapsel der Nebenniere, sowie die interrenalen und die adrenalen Zellen geben eine negative Reaktion. Dass die Ergebnisse bei den letzteren nach 24-stündiger Inkubationszeit



5. *Columba domestica*: Nebenniere. Tangentialer Längsschnitt. a) imprägnierte Nervenfasern, b) Cholinesteraseaktivität aufweisende Nervenfasern. Mikrophotogramm. Vergr. 100 x.

positiv ausfallen, dürfte der Diffusion zuzuschreiben sein. Nur die die adrenale Substanz versorgenden Nervenfasern und die Nervenzellen der Ganglien zeigen stark positive Acetylcholinesteraseaktivität. Am stärksten fiel die Reaktion nach 18-stündiger Inkubationszeit aus, als auf die Wirkung des Acetylcholinjodids die Nerven und die Ganglienzellen in der mit den imprägnierten Bildern vollkommen übereinstimmenden Form erschienen (Abb. 5). Es konnte auch deutlich festgestellt werden, dass die aus den Ganglien der Nebenniere austretenden dickeren Nervenstämme aus cholinergen Nervenfasern aufgebaut sind. Cholinerge Fasern ziehen nur in der adrenalen Substanz. Dieser Befund stimmt mit dem nach der Imprägnierung erhaltenen überein, dass nämlich die interrenale Substanz sich als nervenfrei erwies.

Vergleicht man Zahl und Dicke der in der adrenalen Substanz gefundenen cholinergen Fasern mit der Zahl und Dicke der mittels Silberimpragnation hieselbst nachweisbaren Nervenfasern, so macht sich alsbald ein deutlicher Unterschied bemerkbar. Die cholinergen Nervenfasern sind in wesentlich geringerer Zahl vorhanden und ihr Durchmesser ist etwas grösser als der der mittels Silberimpragnation nachgewiesenen Nervenfasern. Noch augenfälliger wird das Bild, wenn man bedenkt, dass ein gerade umgekehrtes Verhältnis zu erwarten wäre, da der Cholinesterasenachweis



- 6a) *Columba domestica*: Ganglion aus der Umgebung der Nebenniere. Cholinesteraseaktivität. Mikrophotogramm. Vergr. 150 x.
6b) *Rallus aquaticus*: Ganglion aus der Umgebung der Nebenniere, imprägniert. Mikrophotogramm. Vergr. 150 x.

an 20—25 μ dicken, die mit Silber sichtbar gemachten Fasern aber nur an 10—15 μ dicken Schnitten untersucht wurde. Die Ursache für diese hochgradigen Abweichungen ist in den histochemischen Methoden und in der vielumstrittenen Verwertbarkeit der mit ihnen erhaltenen Bilder zu suchen.

Die Nervenzellen der Nebennierenganglien zeigen eine stark positive Aktivität (Abb. 6), welche sich deutlich sichtbar auf das ganze Neuroplasma erstreckt. Nur in Richtung des Zellkernes sind helle Stellen wahrzunehmen. Die Fortsätze der Ganglienzellen werden aber durch das Acetylcholinjodid nur ganz ausnahmsweise sichtbar gemacht, was wahrscheinlich beweist, dass die Mehrzahl der Ganglienzellen dem sympathischen Nervensystem angehört. An der Ganglienzelloberfläche treten bis zu 4—8 solcher aktiver Gebiete in Erscheinung, was beweist, dass die Zahl der Synapsen auf den Ganglienzellen eine weit höhere ist, als wir sie in unseren neurohistologischen Präparaten nachweisen können.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Untersuchungen an den Nebennieren der Vögel mit dem *Bielschowsky—Abraham'schen* und dem *Coupland—Holmes'schen* Verfahren lassen sich folgendermassen zusammenfassen.

1. In den Nebennieren der Vögel ist die interrenale und die adrenale Substanz miteinander vermischt vorhanden. Beide Substanzen bestehen aus dickeren und dünneren Zellsträngen, welche in Gestalt verschieden dicker Trabekel kreuz und quer über- und untereinander herziehen.

2. Lage und Ausdehnung der beiden Substanzen machen innerhalb der einzelnen Arten auch im Laufe des individuellen Lebens Veränderungen durch. Während manchmal die interrenale Substanz grössere Gebiete unmittelbar unter der Kapsel einnimmt, liegen in anderen Fällen die Zellen der adrenalen Substanz an ebendieser Stelle gruppiert.

3. Um die Nebennieren, aber auch in deren Substanz selbst, liegen kleinere oder grössere Ganglien, die — ihrer Struktur nach zu urteilen — dem sympathischen Nervensystem angehören. Die Ganglien enthalten reichlich Synapsen.

4. Nach den neurohistologischen Untersuchungen ist die adrenale Substanz überaus reich an Nervenfasern, während die interrenale sich als vollkommen nervenfrei erweist.

5. In der adrenalen Substanz verlaufen Nervenstämmchen, -bündel und -geflechte, die sämtlich sowohl dickere als auch dünnere Fasern enthalten, welche aber stets marklose Elemente darstellen.

6. Die aus den reich verzweigenden Fasern hervorgehenden, feinen Endäste umspinnen die Zellen der adrenalen Substanz und stellenweise treten sogar Endigungen in Erscheinung. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen letzteren um diejenigen Endorgane, welche den Kontakt zwischen den Zellen der adrenalen Substanz und dem Nervensystem herstellen.

7. Im Laufe der Untersuchungen über die Cholinesteraseaktivität zeigte die Bindegewebskapsel, sowie auch die interrenalen und adrenalen Zellen eine negative Reaktion, während die die adrenale Substanz versorgenden Nervenfasern und die Ganglienzellen eine stark positive Acetylcholinesteraseaktivität feststellen liessen.

Schrifttum

- (1) Abraham, A.: Die Innervation der Blutgefässe. Acta Biol. Acad. Scient. Hung. 4, 69—160 (1953).
- (2) Abraham, A.: Blood pressure and peripheral nervous system. Acta Biol. Acad. Scient. Hung. 4, 307—365 (1953).

- (3) *Ábrahám, Á., Stammer, A.*: Die mikroskopische Innervation des Vogelherzens. *Acta Biol. Univ. Szeged* **3**, 247—274 (1957).
- (4) *Bachmann, R.*: Die Nebenniere. in Möllendorff, W.: *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*. **6/5**, 74—90 Berlin—Göttingen—Heidelberg (1954).
- (5) *Coupland, R. E., Holmes, R. L.*: The use of cholinesterase techniques for the demonstration of peripheral nervous structures. *Quart. J. micr. Sci.* **98**, 327—331 (1957).
- (6) *Kirsche, W.*: Synaptische Formationen in den Ganglia lumbalia vom Menschen einschliesslich Bemerkungen über den heutigen Stand der Neuronenlehre. *Zeitschr. f. mikr. anat. Forsch.* **64**, 707—772 (1958),

Anschrift der Verfasser: Professor Dr. A. ÁBRAHÁM, und Forscherin Dr. A. STAMMER, Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität, Tánácsics M. 2., Szeged (Ungarn).

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE WANDERUNG DER PROTOZOEN IM ERDBODEN

Von
F. BICZÓK

Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität, Szeged
(Eingegangen am. 28. Dez. 1958)

Die Boden-Protozoologie ist eine relativ junge Wissenschaft und das ist auch der Grund für die vielen ungelösten Probleme und die Widersprüche auf diesem Gebiete. Wennzwar die Anwendung experimenteller Methoden auch hier immer mehr in den Vordergrund rückt, bleiben zahlreiche Fragen dennoch weiter offen. Eine solche Frage ist u. a. die Frage nach dem Ursprunge der Bodenprotozoen. Ich beabsichtige nicht, mich hier in längeren Erörterungen darüber zu ergehen, wie ein Teil der marinen Urprotozoen im Laufe der geologischen Zeitalter zur Eroberung des Bodens gelangte, sondern möchte lieber an Hand einiger Versuche die Frage beleuchten, wie der Boden in unseren Tagen von Zeit zu Zeit bevölkert wird.

In der Verbreitung der urtümlichen Meeresprotozoen im Erdboden spielen höchstwahrscheinlich die kleinen kontinentalen Biotope, Tümpel, Moose und Flechten usw. eine grosse Rolle. Dieses sind die Lebensräume, durch deren Vermittlung der Boden im Laufe der erdgeschichtlichen Epochen bevölkert werden konnte. Wegweiser dieses Prozesses sind:

1. Das Erscheinen von einigen im Meere auch heute lebenden Protozoen im Erdboden,
2. Auftreten und Entwicklung der kontraktilen Vakuole und,
3. Herausbildung der Encystierungsfähigkeit.

Die Bodenprotozoen sind gewöhnlich Süßwasserorganismen, es gibt aber unter ihnen auch einige, deren arteigene Exemplare auch heute noch in den Meeren leben. Solche sind die aus dem Boden, aus der Rhizosphäre in grosser Zahl zu züchtenden *Cyclidium glaucoma*, in Natronboden von Fehértó gefundene *Lionotus fascicola* oder die in der Weizenhizosphäre der Pápa-kovács Wiese sporadisch beobachtete Ciliate *Lacrymaria olor* (9). Es handelt sich hier um saprobische Arten, d. h. solche, die ihre Lebensbedingungen im Boden voll erfüllt finden. Interessant ist, dass der vom Meere bis zum Erdboden zurückgelegte lange Weg, welcher die ökologische Valenz und die Toleranzgrenze dieser Arten weitgehend in Anspruch genommen und erweitert hat, die morphologischen Charaktere nicht wesentlich beeinflusste.

Es ist bekannt, dass bei den marinen Protozoen wegen der hochgradigen Ähnlichkeit in der Ionenkonzentration des Protoplasmas und des Meeres-

wassers die Tiere einer Überschwemmungsgefahr mit Wasser nicht ausgesetzt sind; daher kommen kontraktile Vakuolen bei marinen Protozoen nur sporadisch, und auch dann nur in primitiver, epakmischer Form vor. Die Exkretionsprodukte sammeln sich — wie von der *Amoeba mira* bekannt (Angabe von ADOLPH (1926) in SCHEER (15)), in den Verdauungsvakuolen und werden mit ihrer Hilfe entleert. Bei den in Süßwasserbiotopen geratenen Protozoen hat die Differenzierung der Verdauungsvakuole zur Herausbildung einer einfachen kontraktilen Vakuole geführt. Diese Vakuolen können zur einwandfreieren Versehung der Osmoregulation vervielfacht oder durch besondere Nephridialteile kompliziert werden (5—6). Durch eine derartige Überspezialisierung ist die Anpassung an den Boden überaus erschwert. Hierauf ist es meines Erachtens grossenteils zurückzuführen, dass Organismen, wie z. B. die Paramezien, fast völlig aus dem Boden fehlen. Im Laufe meiner Untersuchungen konnte ich sie weder aus dem Boden, noch unter den Moosen (1) nachweisen, wo sich sonst Infusorien ansiedeln, die den bodenbewohnenden Protozoen weitgehend ähnlich sind. Es ist anzunehmen, dass — je nach den osmotischen Verhältnissen des Bodens — die Frequenz der kontraktilen Vakuole gewisser Protozoenarten sich von der der Süßwasserarten unterscheidet, woraus auf das Ausmass der Anpassung an den Boden geschlossen werden kann. Auf diesem Gebiete hat GELLERT (7) Untersuchungen in der entsprechenden Richtung eingeleitet.

Ein anderer wichtiger Faktor in der Frage der Eroberung von Süßwassertümpeln und teilweise des Erdbodens ist die Entwicklung des Encystierungsvermögens. Die marinen Protozoen pflegen sich — von wenigen Ausnahmen abgesehen — nicht einzukapseln, wogegen die Cystenbildung bei den Süßwasser- und Bodenbewohnern sehr weit verbreitet ist. Der Zusammenhang zwischen Cystenbildung und der Erscheinung des Überganges zum Süßwasserleben scheint klar auf der Hand zu liegen. Das Meer bedeutet für die Protozoen eine ausgeglichene Umgebung, die schädlichen Stoffe können nicht recht zur Anreicherung gelangen. Anders liegen die Dinge in den kleineren, seichteren Süßwasserbiotopen, wo sich gelegentlich optimale Existenzbedingungen für die Protozoen (entsprechende Temperatur-, pH-, Ernährungsverhältnisse usw.), ebenso aber auch ungünstige Verhältnisse herausbilden können. Solche Orte dürften dazu angetan sein, in den Protozoen so hohe Grade der Anpassung entstehen zu lassen, wie die Encystierung. Das Tier ist in diesem Zustande nicht nur durch die Cyste, sondern auch durch den Wasserverlust geschützt, der mit einer sehr grossen Herabsetzung der Lebenserscheinungen einhergeht (16). Bei gewissen Arten spielen sich auch die reproduktiven Vorgänge innerhalb der Cyste ab (z. B. bei den Colpoden). Hiedurch ist auch der Schutz für den wichtigsten physiologischen Vorgang, die Vermehrung, gesichert. Dies ermöglicht die Anwesenheit solcher Arten in allen Biotopen, wo Protozoen überhaupt möglich sind, dass sie z. B. in den meinerseits untersuchten mehrhundert von Kulturen aus dem Boden bzw. der Rhizosphäre sozusagen niemals fehlten.

Die Cystenbildung hat überdies grosse Bedeutung auch in dem Umstand, dass im Falle eines Austrocknens der Süßwasserbiotope der Wind die in die Cysten eingeschlossenen, stark geschrumpften Protozoen zu Milliarden weit fort, in die verschiedensten ökologischen Verhältnisse zu tragen vermag. Diese verschiedenen Orte sind denn allmählich auch bevölkert worden.

Da das Vermögen der Encystierung eine gute Anpassung an die Lebensweise im Boden bedeutet, konnten die verschiedensten Bodenarten, sogar — wenn auch nur ärmlich — auch Wüstengebiete (3, 17) bevölkert werden.

Nach SANDON (14) kommen die meisten der im Boden zu verzeichnenden, etwa 250 Protozoenarten auch in anderen ökologischen Umgebungen vor und sind nicht als wirkliche Boden-Formen zu betrachten. Hieraus ist zu schliessen, dass im Boden sogenannte »Übergangsformen« (2) in der Mehrheit sind. Die Tatsache, dass in ein und demselben Boden aus der Rhizosphäre zu verschiedenen Zeiten einmal reichlich, ein andermal aber nur wenig Protozoen nachweisbar waren, lässt diese Annahme berechtigt erscheinen. Zur Annäherung dieses Problems mit neuen Methoden habe ich einige Verfahren ausgearbeitet, die sich überdies auch zur Untersuchung einiger wichtiger Fragen der Bodenprotistologie als geeignet erwiesen haben.

Die erste Frage lautete, inwiefern die aus dem Boden, aus der Rhizosphäre schnell und massenhaft zu züchtenden und in Wurzelextrakturen vorzüglich erhaltbaren *Colpoda fastigata*-Individuen im Boden zu aktivem Leben fähig sind. Zur Entscheidung der Frage habe ich 5 cm hohe Glasgefässe durch eine in der Mitte aufgestellte Glaswand in zwei Hälften geteilt, die eine Hälfte mit durch Erhitzen sterilisierter Gartenerde in Höhe von 3,5 cm und die anderer Gefässe bis zu 4,5 cm Höhe gefüllt. Die zweite Hälfte des Gefässes wurde mit einer — nach langem Probieren als geeignet befundenen — Kulturflüssigkeit beschickt, welche aus einem Gemisch aus *Cichorium intybus*-, *Daucus carota*-Wurzel- und *Colchicum autumnale*-Zwiebelknollenextrakt bestand. Nach dem Durchtränken der Erde mit dieser Kulturflüssigkeit habe ich an der Bodenoberfläche eine kleine Delle ausgehöhlt und durch diese die Erde mit *Colpoda fastigata*-Cysten und Bodenbakterien geimpft. Die Erde nicht enthaltende Hälfte des Gefässes wurde mittels einer Pipette mit Wurzelextrakt bis zu einigen mm Höhe beschickt. Mit dieser von unten her vorgenommenen Befeuchtung erreichte ich, dass die eingeimpften Cysten und Bakterien, bzw. die inzwischen encystierten Colpoden nicht mit der Kulturflüssigkeit in den Boden geschwemmt wurden was bei Zufuhr der Kulturflüssigkeit von oben her der Fall gewesen wäre. Die Kulturflüssigkeit wurde täglich untersucht um festzustellen, wann durch den kleinen Spalt unter der Scheidewand aktive Protozoen in Erscheinung treten. Es zeigte sich, dass in der 3,5 cm hohen Gartenerde die Colpoden binnen 8 und in der 4,5 cm hohen binnen 10 Tagen die Strecke zurückgelegt hatten. Auf ähnliche Weise konnte in rechteckigen Glaswannen (Abb. 1) die Wanderung der Versuchstiere auch durch 12—18 cm hohe Erdschichten erreicht bzw. verfolgt werden; im ersten Falle wurden 31, und im letzteren 35 Tage gebraucht.

Im Laufe der Versuche erhob sich der Verdacht, dass die Colpoden aus der Mitte der Bodensäule auf dem kürzesten Wege, horizontal, die Glaswand erreichen und daneben mit Hilfe der zusammenhängenden Wassermembran zu dem am Boden des Gefässes befindlichen Wurzelextrakt gelangen. Ich habe daher die gläserne Scheidewand der einen Kulturwanne entfernt und die darauf enthaltenen encystierten und aktiven Colpoden mit einem Sublimat-Formalmingemisch (9:1) fixiert. Die Zählung ergab, dass pro cm² durchschnittlich 300—350 Protozoen am Glase gehaftet hatten. Da der sterile Boden mit rund 1000—1200 Cysten beimpft worden war, wurde offenbar, dass eine

starke Vermehrung der aktivierten Individuen stattgefunden hatte. Dies besagte aber noch nichts über die Verteilung der experimentell eingeführten Protozoen im Innern der Erdsäule bzw. ob die hochgradige Vermehrung nicht etwa nur an der erwähnten zusammenhängenden Wassermembran erfolgt war. Es wurde nun 11 Monate nach Versuchsbeginn, als aktive Colpoden absolut

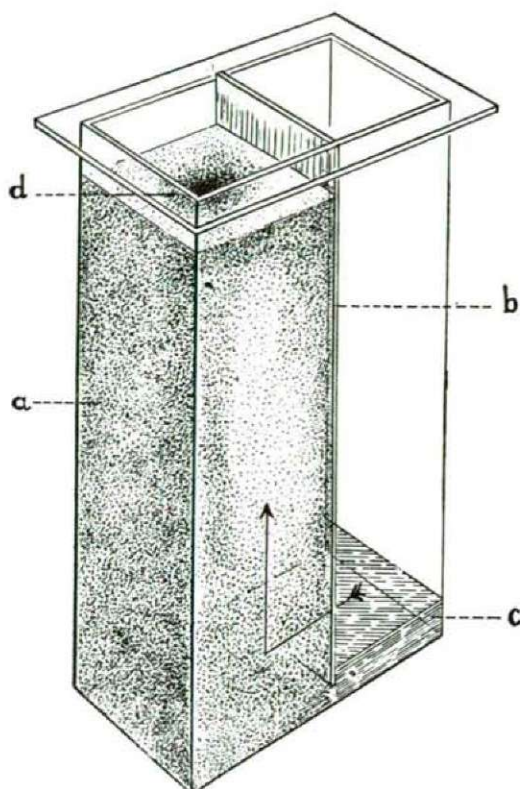


Abbildung 1: Kulturgefäß. a = steriler Boden, b = gläserne Scheidewand, c = Wurzelextrakt, d = Beimpfungsstelle.

nicht mehr nachweisbar waren, je 1 g Bodenprobe aus 3 cm Tiefe entnommen. In diesen Proben konnte 24 Stunden später auf die Wirkung eines verdünnten Wurzelextraktes die Aktivierung von 1007 Colpoden festgestellt werden. Eigentlich ist das auf diese 24 Stunden entfallende Ergebnis das ausschlaggebende, weil später eine intensive Vermehrung einsetzt, welche die wahren Verhältnisse in der Erde der Versuchswanne bereits weitgehend verfälscht.

19 Monate nach Versuchsbeginn erhielt ich ähnliche Ergebnisse auch aus dem Versuchsboden der übrigen Wannen, mit dem Unterschied, dass — während sich im ersten Falle von oben abwärts schreitend in den Proben immer mehr Colpoden encystierten — im zweiten Falle aus dem älteren Versuchsboden ein gerade umgekehrtes Verhältnis resultierte. Da ich die Ver-

suche nicht wiederholte, habe ich dieses vom Gesichtspunkte der Physiologie der Encystierung überaus interessante Phänomen nicht auswerten können.

Die obigen Untersuchungen beweisen, dass die in den sterilen Boden eingimpften *Colpoda fastigata*-Cysten auf die Wirkung der Kulturflüssigkeit und der anwesenden Bakterien aktiviert werden und allmählich den ganzen Boden bevölkern. In aktivem Zustande, aber in immer geringer werdender Zahl, sind sie auch 2 Monate später noch zu beobachten, ja, vereinzelt Exemplare kommen sogar noch nach mehreren Monaten vor. Dies bedeutet natürlich keineswegs, dass die im Freilandboden unter günstigen Umständen entcystierten Protozoen ähnlicherweise Monate hindurch in aktivem Zustand erhalten bleiben. Infolge der antagonistischen Wirkungen gehen viele von ihnen zugrunde oder bilden Cysten, und nur einige wenige Arten bleiben für längere Zeit aktiv. Auch dies muss mit in Betracht gezogen werden, wenn manche Autoren über sehr geringe und andere wieder über sehr hohe Protozoenzahlen berichten, je nach dem, wann die Bodenproben entnommen und untersucht wurden.

Die Untersuchung der aus der Versuchswanne entnommenen Proben und der an der herausgehobenen Glasplatte befindlichen Protozoen überzeugte mich auch davon, dass in der Verbreitung der Mikroorganismen im Versuchsboden die Bakterien vorangehen, ihnen folgen die Flagellaten und dann die Ciliaten.

LOSINSKY und MARTINOV (10) konnten in Petrischalen-Versuchen ebenfalls nachweisen, dass *Bacterium radiciola*, *Vahlkampfia limax* und *Colpoda steinii* — in sterilen Boden verimpft — sich von der Einführungsstelle aus allmählich ausbreiten; auch hier sind die Bakterien den Protozoen voraus.

Die mitgeteilten Ergebnisse liessen mich zu der Überzeugung gelangen, dass die obige Methode zu Untersuchungen in verschiedener Richtung geeignet ist. In weiteren Versuchen habe ich daher den durch Erhitzen sterilisierten Boden in einige zylinderförmige Glasgefässe gegeben, in deren Mitte ich zuvor — mit Papierstreifen aneinandergeklebt — vier Objektträger in Gestalt einer quadratischen Säule aufgestellt hatte (Abb. 2). Diese Lösung hat gegenüber der früheren Versuchsanordnung den grossen Vorteil, dass, nachdem der aufsteigende Wurzelextrakt die dünnen Klebepapierstreifen vernichtet hat, die Objektträger leicht einzeln herausgenommen und die an ihnen haftenden Mikroorganismen studiert werden können. Es kann nicht nur die aktive Lebensgestaltung einzelner Protozoenarten, sondern — was hinsichtlich des Bodenlebens noch viel wichtiger ist — auch die Entwicklung einer schon bekannten und eingimpften Lebensgemeinschaft im Boden verfolgt werden.

Ich habe mich des Verfahrens bei der Lösung der beiden folgenden — bzgl. des Ursprunges der Bodenbakterien wichtigen — Probleme bedient:

a) Welches Verhalten zeigen in sterilen Boden verimpfte Protozoen, die unter und zwischen Moosrasen leben, d. h. Übergangsformen zwischen den ausgesprochen Süsswasser- und Bodenbewohnenden Protozoen sind?

b) Sind die planktonischen Protozoen der Teiche zu aktivem Leben im Boden imstande?

Die Aufwerfung solcher Fragen wurde notwendig durch die Unsicherheit, welche bzgl. des Ursprunges der bodenbewohnenden Protozoen bestand und auch heute noch herrscht.

HAUSMAN (8), der die ökologischen Verhältnisse von 164 Protozoenarten analysierte, fand, dass die Verhältniszahl der in weitgehend verschiedenen Biotopen lebenden Protozoen ähnlich der Verhältniszahl der im Boden gefundenen Formen ist (s. Tabelle 1.).

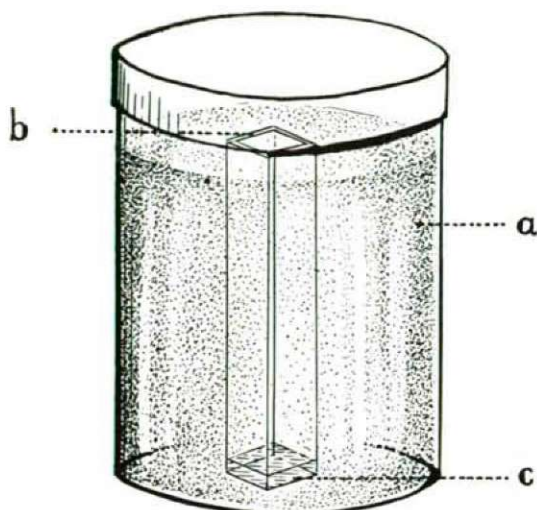


Abbildung 2: Kulturgefäß. a = steriler Boden, b = Glasplatten, c = Wurzelextrakt.

Tabelle 1.

Verschiedene Biotope	Prädominante Formen	Seltene Formen
Sumpftümpel	20	29
Boden	12	18
Klares kaltes Wasser ohne pflanzliche und andere organische Stoffe	5	8
Boden	2	7
Klares fließendes Wasser mit reicher Vegetation	16	20
Boden	10	16
Klare kleine Tümpel mit reichlich verwesenden Stoffen	10	27
Boden	7	18
Algenreiche warme Gewässer	9	8
Boden	4	4
Zwischen abgestorbenen Blättern	5	4
Boden	2	1

SANDON (14) hat treffend darauf hingedeutet, dass die Ökologie der Protozoen praktisch unbekannt ist. Auch ich gelangte zu dieser Meinung, als ich einen Vergleich zwischen Bodenprotozoen und den ökologischen Verhältnissen der in anderen Biotopen auffindbaren arteigenen Einzellern vornehmen wollte. Es zeigte sich, dass die Handbücher (4, 9, 11, 12 und 13) diesbezüglich so ärmliche Angaben enthalten, dass mit ihrer Hilfe eine Aufstellung, ähnlich der von HAUSMAN, nicht angefertigt werden kann. Eine derartige Vergleichstellung auf Grund subjektiver Bewertung wiederum würde wissenschaftlich kaum von Wert sein. Hier sind wir also auf weitere fleissige Datensammlung und experimentelle Untersuchungen angewiesen.

Zu den in Verbindung mit den aufgeworfenen Fragen erforderlichen Untersuchungen verwendete ich kleine Moosrasen von dem natronhaltigen Boden aus der Umgebung des nahe bei Szeged gelegenen Fischteiches Fehértó, aus deren Kulturen vom 11. Jan. 1957 an zwei Monate hindurch die folgenden Protozoen gezüchtet werden konnten:

Flagellaten:

Bodo edax, *Cercomonas longicauda*, *Chlamidomonas angulosa*, *Entosiphon ovatum*, *Monas* sp., *Ochromonas* sp., *Oicomonas termo*, *Petalomonas abscissa*, *Polytoma papillatum*, *P. uvella* und *Tetramitus pyriformis*.

Rhizopoden:

Amoeba diploidea, *A. fluida*, *A. gorgonia*, *A. guttula*, *A. proteus*, *A. terricola*, *A. velata*, *A. verrucosa*, *A. vespertilio*, *A. sp.*, *Actinophrys sol.*, *Biomyxa vagans*, *Cochliopodium ambiguum* (?), *Cryptodifflugia oviformis*, *Difflugia globulosa*, *Euglypha alveolata*, *E. rotunda*, *Hartmanella hyalina*, *Parmulina cyathus*, *P. oblecta*, *Pseudochlamis patella*, *Trinema enchelys*, *T. lineare*, *Vahlkampfia limax*.

Ciliaten:

Aspidisca sp., *Chilodonella calkinski*, *C. cucullulus* Möbius, *Colpoda cucullus*, *C. steinii*, *Cyclidium glaucoma*, *Cyrtolophosis elongata*, *Dileptus conspicuus*, *Encheliodon* sp., *Euplotes* sp., *Glaucoma scintillans*, *Hemiphrys impatiens*, *Halteria grandinella*, *Lionotus lamella*, *Platyophyra lata*, *P. vorax*, *Phacodinium* sp., *Tetrahymena pyriformis*, *Uroleptus mobilis*, *Trichopelma sphagnetorum*, *Vorticella campanula* und *V. microstoma*.

In die mit Wurzelextrakt durchtränkte sterile Gartenerde wurde aus der verrührten Kultur nach zwei Wochen, d. h. dann Überimpfungen vorgenommen, als die Individuen- und Artenzahlen die höchsten Werte zeigten. Die wichtigeren Versuchsdaten sind folgende:

Zeitpunkt der Überimpfung	27. I. 1957.
Erscheinen von Bakterien und kleinen Flagellaten in der Kulturflüssigkeit des Gefässes	2. II. 1957.
Ausheben des I. Objektträgers und seine Untersuchung	11. II. 1957.
Erscheinen der Ciliaten in der Kulturflüssigkeit (im Gefäss B 1 Tag später)	14. II. 1957.
Ausheben des II. Objektträgers und seine Untersuchung	19. II. 1957.
Ausheben des III. Objektträgers und seine Untersuchung	28. II. 1957.

Auch in diesem Versuch fällt auf, dass zuerst die Bakterien, dann die Flagellaten und andere Protozoen den Boden durchwanderten.

Am ersten Objektträger fanden sich zunächst nativ, dann in fixiertem Zustande reichlich *Oicomonas termo* und deren Cysten, in geringerer Zahl *Bodo*-Arten und deren Cysten, *Naegleria gruberi*, *Dimastigamoeba soli* (im Gefäß B ausserdem auch *Vahlkampfia limax*), ferner *Colpoda maupasi* und *C. steinii*. Die Protozoen waren bei einer durchschnittlichen Dichte von 350—360/cm² ungleichmässig auf dem Objektträger verstreut.

Am zweiten Objektträger waren wesentlich ähnliche Ergebnisse zu verzeichnen, nur waren hier im ersten Drittel die Colpoden-Cysten stark angereichert.

Der dritte Objektträger enthielt gleichmässig verstreut stark metabolisierte aktive und encystierte Formen von *Oicomonas termo*- und *Bodo*-Flagellaten und Cysten der vorigen Arten. Häufig waren *Naegleria gruberi*, sporadisch *Dimastigamoeba soli* (und in der B-Kultur auch *Colpoda*- und *Trichopelma sphagnetorum*) zu verzeichnen.

Die am 14. II. in der Kulturflüssigkeit erschienenen Protozoen zeigten eine enorme zahlenmässige Vermehrung und auch neue Formen kamen hinzu (neben *Oicomonas termo*, *Naegleria gruberi*, *Dimastigamoeba soli*, *Colpoda maupasi* und *C. steinii*, sowie auch *Bodo globosus* und *Trichopelma sphagnetorum*).

Der Versuchsboden wird also hauptsächlich von denjenigen Arten passiert, die aus dem natürlichen Boden wohl bekannt sind.

Das aus dem nahe bei Szeged gelegenen kleinen Teich an der Cserepes-Sor überimpfte Material zeitigte aber gewissermassen andere Ergebnisse. In den Kulturgefässen fanden sich am Tage der Sammlung (12. II. 1957) vorwiegend *Euglena polymorpha*, *E. oxyurus*, *Chlamidomonas* sp., *Chilodonella cucullulus* Möbius, *C. uncinata*, *Halteria grandinella*, *Spathidium claviforme* und *Cyclidium glaucoma*. Die Versuchsdaten gestalteten sich folgendermassen:

Zeitpunkt der Überimpfung	12. II. 1957.
Ausheben des I. Objektträgers und seine Untersuchung ...	18. II. 1957.
Ausheben des II. Objektträgers und seine Untersuchung ...	22. II. 1957.
Ausheben des III. Objektträgers und seine Untersuchung ...	28. II. 1957.
Ausheben des IV. Objektträgers und seine Untersuchung	12. III. 1957.

Der erste Objektträger enthielt ausser Bakterien weder aktive Protozoen noch Cysten.

Am zweiten Objektträger fanden sich einzelne verstümmelte Exemplare von *Naegleria gruberi*.

Am dritten Objektträger fielen neben stark metabolischen *Bodo*- und *Cercobodo*-Arten *Oicomonas termo* und bis zu 2,5 cm ziemlich reichliche *Euglena*-Cysten auf. Bis zur Mitte des Trägers zogen vereinzelt amoeboide *Naegleria gruberi*-Formen abwärts. Lehrreich erscheint die Lage der Ciliaten, von denen *Cyclidium glaucoma* eher an der ersten Hälfte des Trägers und *Tetrahymena pyriformis* eher am unteren Drittel in grosser Zahl vorkamen, während von der Mitte abwärts vereinzelt vorwiegend Hypotrichen und am untersten Ende *Colpoda steinii* in mehr oder minder grossen Haufen hafteten.

Das Bild des vierten Objektträgers war durch gleichmässiger verteilte *Tetrahymena pyriformis*-, kleine Flagellaten- und *Naegleria*-exemplare, sowie wenige Hypotrichen und Blepharismen charakterisiert. Neben aktiven Formen fanden sich auch reichlich Cysten.

Von den in den Kulturen der Moosrasen von *Fehértó* und den im Teich bei der *Cserepes-Sor* gefundenen planktonischen Protozoen erschienen im Versuchsboden nur wenige Arten, und zwar solche, die grösstenteils aus fast allen Bodensorten nachweisbar sind. Es ist anzunehmen, dass ein Teil der als Bodenbewohner bezeichneten Protozoen aus solchen und ein ähnliches Leben führenden Arten hervorgeht.

Auffallend niedrig erscheint mir die Zahl der aus dem Moosmaterial in den Boden gewanderten Protozoenarten. Die Ursache hierfür dürfte sein, dass ich die Überimpfung zwei Wochen nach dem Ansetzen der Kultur vornahm, zu einer Zeit also, zu der diejenigen Protozoen, die keine Cysten bildeten, teilweise schon zugrundegegangen waren.

Gleichzeitig erachte ich die Zahl der aus dem planktonischen Material hervorgegangenen, in der Erde gut aktivierten und dort wochenlang in aktivem Zustande verbleibenden, aus dem Boden schon bekannten und charakteristischen Arten für sehr gross. Dies ist um so auffallender, als aus den Kulturen, welche das Wasser des Teiches enthielten, diese Arten in aktiver Form sozusagen völlig fehlten. Hier dürfte es sich darum handeln, dass mit dem Wasser des flachen Teiches, zusammen mit dem vom Grunde aufgerührten Geschiebe, Cysten in die Kultur gelangten, welche sich im Wasser nicht entcystierten, sondern erst im Boden, wo sie günstigere Lebensbedingungen vorfanden. Und dies ist eine sehr wichtige Erscheinung, da sie den Schluss zulässt, dass die Protozoen des Bodens intensive Beziehungen zu den mit dem Boden in Berührung stehenden Biotopen unterhalten. Aus diesen Biotopen können Protozoen in den Boden gelangen, wo sie unter entsprechenden Existenzbedingungen an den komplizierten Lebensprozessen der Bodenbiozönose teilnehmen.

Die angewandte Methode erscheint mir auf Grund der bisherigen Untersuchungen geeignet, um durch entsprechende Variierung der verschiedenen sterilen Bodenproben und der zu ihrer Durchtränkung benutzten Medien (filtrierte Bodenlösungen, wässrige Wurzelextrakte, Jauche usw.) von den Protozoen der verschiedenen Biotope diejenigen zu isolieren, welche im Boden für kürzere oder längere Zeit lebensfähig bleiben. Es kann also entschieden werden, welches die nicht echten (euridaphischen) und die echten (euedaphischen) Bodenbewohner sind. Protozoen — zusammen mit mono- oder polybakteriellen Nährlösungen in die sterile Erde des Versuchsgefässes überimpft — gestatten die Verfolgung der Wechselwirkung zwischen Protozoen und Bakterien. Es können die Ernährungsverhältnisse der bodenbewohnenden Protozoen, die Gesetzmässigkeiten der Encystierung usw. studiert werden. Durch Einstellen von mehreren Objektträgern in die Mitte des sterilen Bodens ist die Zahl der zu entsprechenden Zeitpunkten vorzunehmenden Kontrolluntersuchungen zu erhöhen.

Die qualitative Untersuchung des Mikroorganismenmaterials auf den herausgehobenen Objektträgern erfordert ein geübtes Auge und bei den quantitativen Untersuchungen darf nicht ausser acht gelassen werden, dass die an den Bodenschollen haftenden Mikroorganismen schwer zugänglich sind (ein Fehler des CHOLODNY-Verfahrens). Werden durch leichtes Anschlagen die grösseren Erdbröckchen vom Objektträger entfernt und das fixierte Material mit einem grösseren Deckgläschen bedeckt, so können die

Mikroorganismen bei etwa 800-facher Vergrößerung längere Zeit untersucht werden.

Von besonderem Wert erscheint mir an der Methode noch, dass sie eine exakte Bestimmung der Verbreitung bzw. der Diffusionsgeschwindigkeit der Protozoen im Boden gestattet, die mit Hilfe des Quotienten der im Boden zurückgelegten Strecke (S) und der dazu benötigten Zeit (T) ausgedrückt werden kann. An der aus dem Boden im Versuchsgefäß herausgehobenen Glasplatte ist genau ersichtlich, wie weit innerhalb einer gewissen Zeit das eingepfimte Protozoon im Boden vorzudringen vermag. Hieraus, bzw. aus dem Erscheinen des Versuchstieres in der am Boden des Gefäßes befindlichen Kulturflüssigkeit lassen sich S und T leicht ermitteln. Im Besitze dieser Daten kann mit Hilfe einer einfachen Formel auch der sog. Diffusionsquotient (DQ) berechnet werden:

$$DQ = S/T$$

Durch Anwendung des Diffusionsquotienten können zahlreiche bodenphysiologische Fragen einer erfolgreichen Untersuchung zugänglich gemacht werden. Zu dieser Annahme berechtigt der Umstand, dass unter ähnlichen Versuchsbedingungen die DQ -Werte sehr nahe beieinander zu liegen kommen, was die Brauchbarkeit der Methode bestätigt. Dies geht auch aus der Umrechnung der bei den bisher in dieser Richtung angestellten Untersuchungen erhaltenen Daten hervor.

Tabelle 2.

Protozoon	Zeitpunkt der Einimpfung	Erscheinen am Boden des Gefäßes	Zurückgelegte Strecke (S), in mm	Benötigte Zeit (T) in Tagen	DQ
<i>Colpoda fastigata</i>	11. I.	19. I.	35	8	4,4
<i>Colpoda fastigata</i>	11. I.	21. I.	45	10	4,5
<i>Colpoda fastigata</i>	27. I.	27. II.	120	31	3,9
<i>Colpoda fastigata</i>	27. I.	2. III.	180	35	5,1
Ciliaten aus dem Moos von Fehértó	27. I.	14. II.	80	18	4,4
Ciliaten aus dem Teich bei der Cserepes-sor	12. II.	28. II.	80	16	5,0

Der Vergleich der Ergebnisse lässt folgende interessante Gesetzmässigkeit feststellen: trotz der Verschiedenheit der Natur des 1.—4. und des 5. und 6. Versuches (in den ersten vier Fällen war von der Wechselwirkung einer Protozoenart und Bakterien und im 5. und 6. Fall von mehreren Protozoenarten und Bakterien die Rede) zeigen die DQ -Werte keine wesentliche Abweichung. Dies legt die Vermutung nahe, dass beim Wandern der Protozoen im Boden der Struktur und dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens eine entscheidende Rolle zukommt.

LOSINSKY und MARTINOV (10) kommen auf Grund ihren Untersuchungen in Petrischalen ebenfalls zu dem Schluss, dass der Verbreitungsrhythmus der einzelnen Protozoen (*Vahlkampfia limax*, *Colpoda steinii*) von der Feuchtigkeit und der mechanischen Struktur des Bodens und auch vom Typus der Mikroorganismen abhängig war. Sie fanden nämlich, dass — während *Vahlkampfia limax* binnen 8 Tagen 4 cm zurückgelegt hatte — *Colpoda steinii* nur 1 cm gewandert war. Während nämlich im ersteren Falle $DQ = 5$ betrug, wurden bei der *Colpoda* Werte von 1,25 gemessen. Der bei der *Vahlkampfia* erhaltene DQ -Wert stimmt auffallend mit den meinerseits erhaltenen Werten überein, während der für Colpoden angegebene unwahrscheinlich niedrig ist.

Um festzustellen, inwiefern die Gestaltung des DQ von dem wechselseitigen Verhältnis der Mikroorganismen beeinflusst wird, können mit der skizzierten Methode zahlreiche Versuche angestellt werden, die möglicherweise auch wertvolle Anhaltspunkte in bezug auf die Bodenaktivität liefern können.

Zusammenfassung

1. Die Möglichkeit einer Ausbreitung der marinen Protozoen im Erdboden ist durch die kleineren feuchten Biotope, Tümpel, Moosrasen und Flechten des Kontinents gegeben. Wegweiser des Prozesses sind: das Erscheinen gewisser, im Meere auch heute noch lebender Protozoen im Boden, die Entwicklung einer kontraktilen Vakuole und des Encystierungsvermögens.

2. Die in den von unten her mit verdünnten Wurzelextrakten durchtränkten, sterilen Erdboden eingepfropften *Colpoda fastigata*-Cysten sind aktiviert worden und haben den ganzen Boden bevölkert; 18 cm hohe Bodenschichten wurden mit Leichtigkeit durchwandert.

3. Ein Teil der in Moosrasen und Süßwasser lebenden Protozoen ist nach Überimpfung in sterile Erde ebenfalls zu aktivem Leben fähig. Die Mehrzahl dieser Arten konnte auch aus dem Boden, der Rhizosphäre nachgewiesen werden. Die Protozoen stehen also in reger Beziehung zu den mit dem Boden in Berührung stehenden Biotopen.

4. Durch meine Untersuchungen erfahren die Beobachtungen anderer Autoren, nach denen von den in den Boden überimpften Mikroorganismen zuerst die Bakterien, dann die Flagellaten und zuletzt die übrigen Protozoen zur Ausbreitung gelangen, eine Bestätigung.

5. Zu den Untersuchungen wurde eine neue Methode herangezogen, deren Wesen kurz folgendes ist: in die Mitte des sterilen Nährbodens werden Objektträger säulenartig aufgestellt. Durch den so entstehenden Kanal können verschiedene Kulturflüssigkeiten unter den Boden gebracht werden, von wo aus sie aufgesaugt werden. Die einzelnen Objektträger können in beliebigen Zeiträumen herausgehoben und an ihnen die Verbreitung und Biozönose der eingepfropften Mikroorganismen studiert werden. Die Methode eignet sich auch zur Untersuchung anderer, auf das Gebiet der Bodenphysiologie gehörender Fragen.

6. Mit Hilfe des obigen Verfahrens lässt sich die Diffusionsgeschwindigkeit der Mikroorganismen exakt ermitteln. Der Quotient der zurückgelegten Strecke (S) und der dazu erforderlichen Zeit (T) liefert vergleichsfähige Werte; diesen Wert habe ich als Diffusionsquotienten (DQ) bezeichnet. $DQ = S/T$. Der DQ zeigte unter ähnlichen Versuchsbedingungen für verschiedene Ciliaten in mit verdünntem Wurzelextrakt durchtränkter, steriler Gartenerde Tegeschwankungen zwischen 3,9 und 5,1 mm.

Schrifttum

- (1) Ábrahám, A., Biczók, F., Horváth, A. und Megyeri, J.: Hidrobiologische und faunistische Studien im südwestlichen Teile des Bükk-Gebirges. Acta Biol. Act. Univ. Szegediensis, **3**, 137—154 (1956).
- (2) Balogh, J.: A zoocönologia alapjai. Budapest (1953).
- (3) Brodsky, A. L. and Jankowskaja, A.: Contribution for the study of soilfauna in Central-Asia. 2. Soil protofauna in the desert Kara-Kum. Act. Univ. Asiae Med. Tashkent 12, Georg. **6**, 1—53 (1929).
- [4] Doflein, F. und Reichenov, E.: Lehrbuch der Protozoenkunde. Jéna **I** (1949), **II** (1952).
- (5) Gelei, J.: A véglények kiválasztószerve. Mat. Term. tud. Közl. Budapest, (1935).
- (6) Gelei, J.: Az egysejtűek morphogenesise tekintettel Szevercov morphogenetikus alapelveire. MTA Biol. és Agr. tud. Oszt. Közl., **2**, 3—52 (1951).
- (7) Gellért, J.: Néhány hazai lomblevelű és tűlevelű erdő talajának Ciliata faunája. MTA Tihanyi Biol. Kut. Int. Évkönyve, **24**, 11—34 (1957).
- (8) Hausman, L. A.: Observations on the Ecology of the Protozoa. Amer. Nat. **11**, 157—172 (1917).
- (9) Kahl, A.: Wimpertiere oder Ciliata in *Dahl-Bischoff*: Tierwelt Deutschlands, **I**, 18 (1930).
- (10) Losina-Losinszky, L. and Martinov, P. P.: A methode of studying the activity and rate of diffuzion of protozoa and bacteria in soil. Soil Sc. **29**, 349—362 (1930).
- (11) Pascher, A.: Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz (1914—1927).
- (12) Pénard, E.: Faune Rhizopodique, Genève (1902).
- (13) Pierre-P, Grasse: Traite de Zoologie Anatomie Systematique, Biologie **I**, Paris (1952—53).
- (14) Sandon, M. A.: The Composition and Distribution of the Protozoa Fauna of the Soil. London (1927).
- (15) Scheer, B. T.: Comparative Physiology. New-York (1948).
- (16) Scholander, P. F.—Claff, C. L. and Sveinsson, S. L.: Respiratory Studies of single Cells. II. Observations on the oxigen consumption in single Protozoans. Biol. Bull. **102—103**, 178—184, (1952).
- (17) Varga, L.: Études sur la fauna des protozoaires de quelques sols du Sahara et des hauts plateaux Algériens. Ann. Inst. Pasteur, **56**, 101—123, (1936).

Anschrift des Verfassers: Oberassistent Dr. F. BICZÓK, Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität, Tánácsics M. 2. Szeged (Ungarn).

ÜBER DIE SEPTENSTRUKTUR EINIGER MADREPORARIEN

Von
G. KOLOSVÁRY

Institut für Systematische Zoologie der Universität, Szeged.
(Eingegangen am 1. September 1958.)

Der histiologische Aufbau der Septen der Madreporarien wird neuerdings auch von J. ALLOITEAU (1) als konstitutionell bezeichnet. Die richtig gedeutete Konstitution (5) ist aber keine Erscheinung von systematologischem Wert, sie ist es ebenso wenig, wie die reversiblen Veränderungen (nicht erbliche lokale Modifikationen, kopulative Modifikationen, usw.) es sind. Dies schliesst jedoch nicht aus, dass die Konstitution im Laufe der Phylogenese Veränderungen unterworfen sein kann und in jeder beliebigen Phase der Epakme, Akme und Parakme nicht etwa Hyper-, Hypo- und atavistische Konstitutionen zustandekommen können (und sie kommen ja auch zustande).

Wahrscheinlich ist auch OPPENHEIM 1930 zu der anatomisch-morphologischen Richtung von KOBY zurückgekehrt, weil die Ergebnisse der histiologischen Untersuchungen von OGILVIE in der Diagnose der Arten in systematologischer Hinsicht nicht befriedigend verwendbar waren.

Nach J. ALLOITEAU (1.) lassen sich drei Konstitutionstypen unterscheiden: lamelläre, granuläre und fibrilläre. Gemischte Typen oder Intermediäre sind die lamellogranulären und fibrogranulären. Ausser den Lamellen, Granulen und Fibrillen finden sich in der Septenstruktur noch folgende Elemente: Urseptum, sternförmige Verkalkungszentren, diagenetische Kristalle, stereoplasmatische Verdickungen, Sedimentpartikel usw., auf deren ausführliche Besprechung wir hier nicht eingehen wollen.

Bereits im Gothlandium finden wir bei den Urkorallen neben den urtümlichen Lamellen auch die fibrolamelläre und die fibröse Struktur. Für die Urkorallen des ganzen erdgeschichtlichen Altertums ist aber im allgemeinen das Vorherrschen der lamellären Konstitution charakteristisch. So liegen die Dinge ganz bis einschliesslich des Ende des Perm.

Im erdgeschichtlichen Mittelalter ändern sich die Verhältnisse. Zu Beginn dieses grossen Zeitalters erleidet die Dominanz der lamellären Struktur eine Regression und die fibröse Struktur tritt in den Vordergrund. Die granulären intermediären Konstitutionen erscheinen schon im oberen Jura und sind auch noch im Eozän vorhanden. Die rein granuläre Konstitution dagegen kommt nur in der Kreidezeit vor (1). Diese Epoche entspricht im grossen und ganzen der Periode der von mir (8) als anatomischer Mitteltyp bezeichneten Korallen mit der Bemerkung, dass diese Zeitdauer kürzer

ist als die Lebensdauer der oben erwähnten intermediären granulösen Konstitution.

Im Känzoikum herrscht bereits ausgesprochen die fibrilläre Struktur vor. Die lamelläre Ur-Konstitution ist nur mehr in den *Trochosmilien* und *Caryophylliden* zu beobachten (1).

Im Holozoikum finden wir die urtümliche lamelläre Struktur nur noch bei den *Turbinoliden* und *Flabelliden* vor. Interessant ist, dass dieser persistente Konstitutionstyp gerade in den relativ jungen phylogenetischen Gruppen anzutreffen ist. Dies dürfte nur beweisen, dass die histiologische Konstitution sich nicht zusammen mit der anatomisch-morphologischen Progression erneuert und herausbildet, sondern bis zu einem gewissen Grade autonom ist. Gerade dies deutet auf die wahre konstitutionelle Natur gegenüber der Form hin (5).

Die granuläre Struktur ist — scheinbar als am wenigsten zweckmässig — im Laufe der Phylogenese einer ausmerzenden Selektion zum Opfer gefallen, während die frühere Struktur progressiv zur Vorherrschaft gelangte und die alte lamelläre und die unzweckmässige granuläre Struktur regredierte.

In der Korallenphylogenese sind also neben den drei histiologischen Haupttypen neue histiologische Typen nicht zur Entwicklung gelangt, weil die Intermediären der drei histiologischen Hauptkonstitutionen die Schwierigkeiten der Variationsnotwendigkeit überbrückt haben. Diese konstitutionellen Gestaltungen sind also nicht modifiziert, sondern — getreu ihrer Natur — nur hybridisiert worden (5).

Über die histiologische Konstitution der Septen der von mir untersuchten Madreporarien habe ich in dem Werke von J. ALLOITEAU nicht in jedem Falle Mitteilungen gefunden, somit sind meine Ergebnisse für die Literatur teilweise neu. Dies hat seine Ursache darin, dass ALLOITEAU eher jung mesozoisches und paläogenes Material untersucht hat, während mein Untersuchungsgut eher reich an Korallen des alt Mesozoikum war. Auf Grund meiner Untersuchungen konnte ich in geologischer Reihenfolge die folgenden histiologischen Konstitutionen feststellen (mit x sind die für die Literatur neuen Daten bezeichnet).

Mittlere Trias

<i>Craspedophyllia alpina</i>	fibrocristatus	x
<i>Margarosmilia carpatica</i>	lamellaris	x
»Montlivaltia norica norica«	fibrillaris	?
<i>Montlivaltia marmorea</i> (balkonartige)	fibrocristatus	

Obere Trias

<i>Elysastraea</i> cf. <i>profunda</i>	fibrolamellaris	x
<i>Montlivatia</i> »norica« <i>slovacensis</i> (balkonartige)	fibrocristatus	
<i>Thecosmilia defilippi</i>	fibrolamellaris	x
<i>Thecosmilia caespitosa</i>	fibrocristatus	x

Dogger

»Discocaenia cf. bononiensis« fibrolamellaris x
 (Nach ALLOITEAU müsste sie — als Amphiastraeida-Koralle — Fibrocristatus-Struktur haben.)

Oberer Jura

Thecosmilia irregularis	fibrocristatus	x
Cryptocaenia limbata	fibrosus	x
Kobymeandra corrugatiformis	fibrogranularis	x
Confusastraea tomasienseis	fibrosus	x
Thamnaraea sp.	fibrocristatus	x
Rhabdophyllia disputabilis	fibrogranularis	
Coscinaeraea sömmeringi	fibrocristatus	x

Oberes Eozän

Rhabdophyllia crenaticostata fibrogranularis

Es können also verwandte Gruppen abweichende und abweichende Gruppen verwandte histiologische Gestalt haben. Die balkonartige Fibrocristatus-Struktur dürfte richtungsgebend für den *Montlivaltia*-Genus sein («...des lames radiaires est constituée de poutrelles simples et composées» (1), p. 106). Ebenso wie die granulöse und die granuläre intermediäre Struktur, ferner die lamelläre Dominanz und die fibröse Dominanz eher geologische Epochen anzeigen, so kann auch ihre Bedeutung in der systematologischen Ableitung bis zur Art nicht grundlegend wichtig sein.

Da im allgemeinen die Entwicklungswellen der histiologischen Konstitutionsvariationen der Septen im grossen und ganzen den anatomischen Entwicklungswellen der Ur-, Alttertums-, mittleren, neuen und modernen Korallen entsprechen, können auch die wichtigeren Phasenwellen der Geologie mit ihnen in Vergleich gestellt werden.

Mit der Konstitutionslehre der wirbellosen Tiere habe ich mich schon Mitte der Dreissiger Jahre beschäftigt (6, 7). Ich sonderte z. B. die Kolonienformen der Schwämme und Korallen von den schalenkonstitutionellen Gestaltungen der Balanen ab. Bei den ersteren handelt es sich nämlich um nicht erbliche, also um reversible lokale Modifikationen, während die letzteren erblich sind und nur hybridisiert werden (es können Intermediäre zustande kommen). Diese konstitutionellen Ausbildungen der Balanusschale sind natürlich nicht mit der Wirkung verschiedener äusserer Faktoren zu verwechseln, denn diese Deformationen sind eigentlich schon keine erblichen, sondern reversible Erscheinungen. Ihr Zustandekommen ist auf die verzerrende Wirkung der Umgebung zurückzuführen. Erwähnenswert ist, wie im Jahre 1958 HUZIO UTINOMI meine angeführten Überlegungen kommentiert (p. 128): »On the contrary, KOLOSVÁRY (1935/37) who treats mostly fossils as material considers that the growth-form of sessile barnacles consists of three constitutional types, i. e. Typus pyramidalis, T. cylindricus and T. stentoralis, which are no result of any adaptation to environmental conditions but intrinsic in nature, so that any deformation may result from various combinations of these constitutional types.«

Geologische Phasenwellen	Silur Orogen I. Vereisung Karbon Orogen II. Vereisung	Trias — —Jura: Geo —synklinal	Kreide — Oligo- zän Orogen	III. Vereisung Holozän
Wellen der ana- tomischen Veränderungen	Urkorallen	Altertums — Korallen	Mittelalterliche und neuzeit- liche Korallen	Neuzeitliche und moderne Korallen
Histiologische Struktur— Veränderungen	Lamelläre Dominanz	Die fibröse Struktur tritt in den Vor- dergrund	Auch die gra- nuläre Struktur tritt auf, ver- schwindet aber wieder	Fibrilläre Dominanz

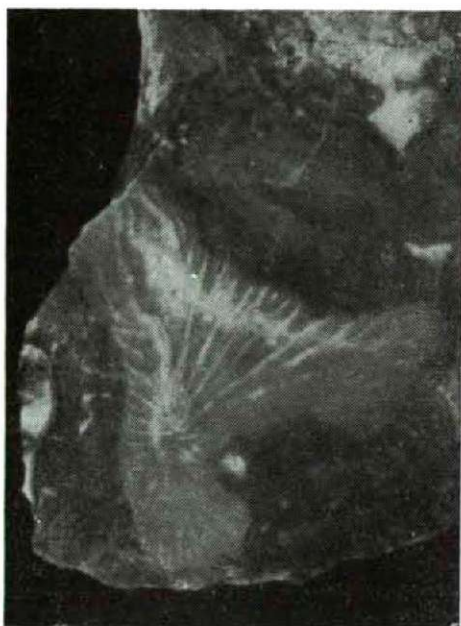
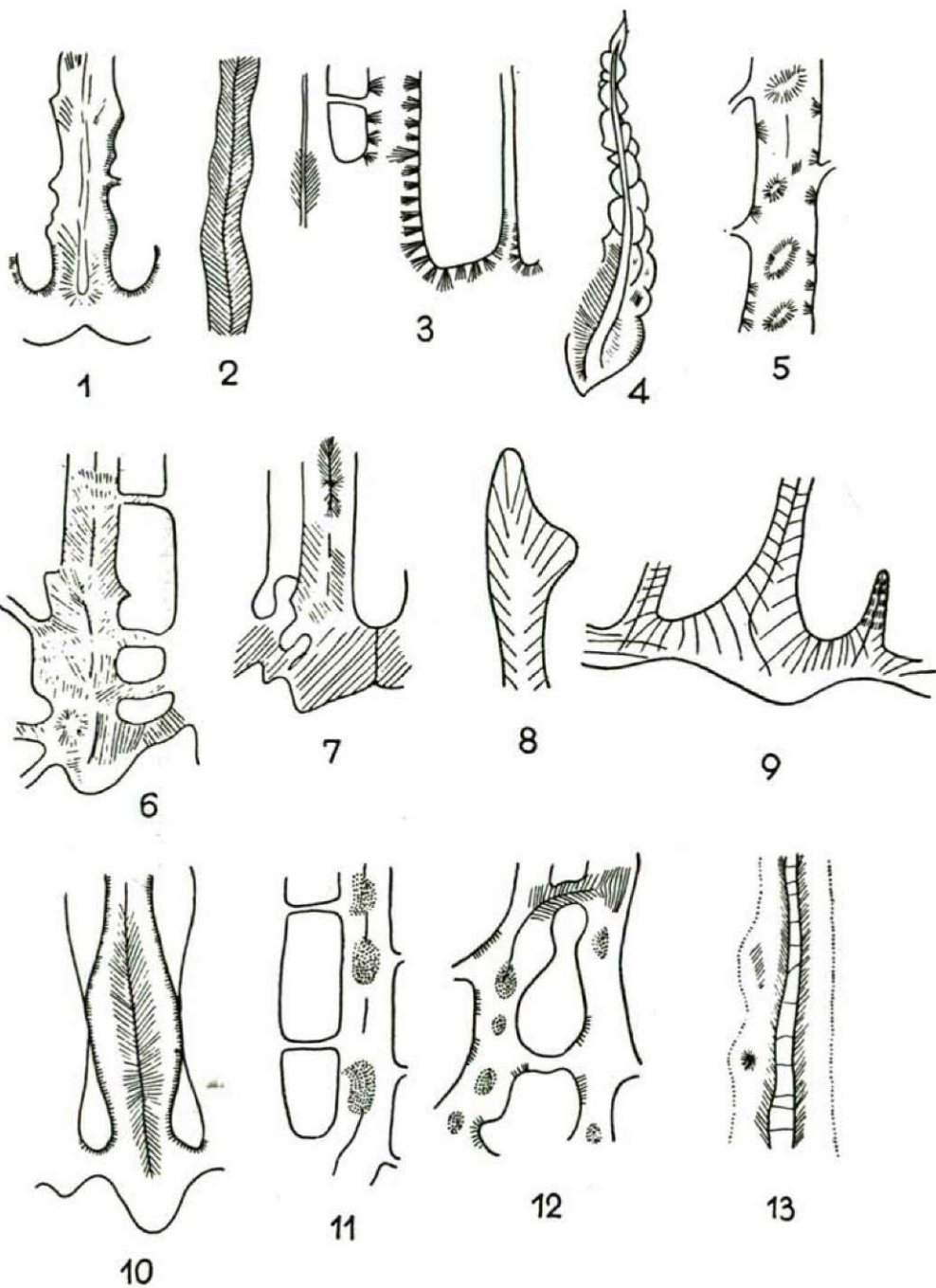


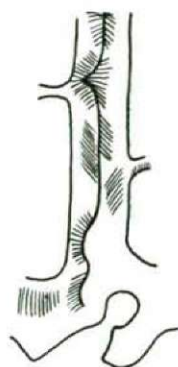
Fig. 1.: *Margarosmilia carpatica*

Zusammenfassung

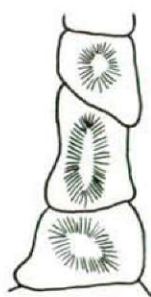
Verfasser weist in der vorliegenden Arbeit auf folgende Untersuchungsergebnisse hin:

1. Im histiologischen Aufbau der Sklerosepten der *Madreporarien* nehmen Haupt- und intermediäre Ausbildungen teil, denen ein ausschliesslich systematologischer Wert nicht zukommt.
2. Die konstitutionellen Typen der Sklerosepten haben im Laufe der Erdgeschichte vier Hauptentwicklungswellen durchgemacht. Diese Entwicklung ist nicht qualitativer, sondern nur quantitativer Natur.
3. Verfasser hat den bisher unbekannten histiologischen Aufbau mehrerer Arten festgestellt.
4. Die Konstitution wird nicht endlich modifiziert, sondern nur hybridisiert.

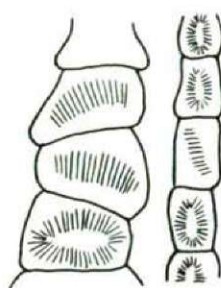




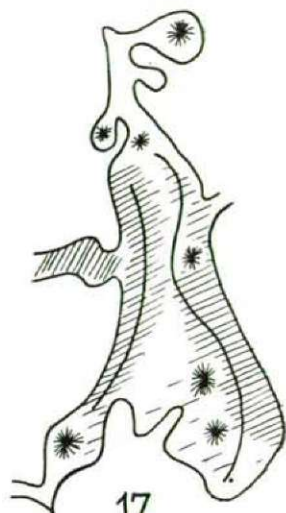
14



15



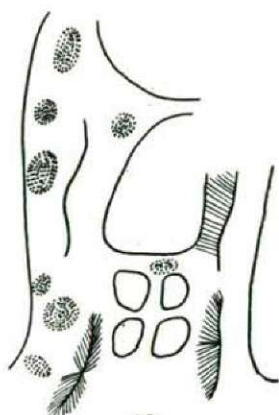
16



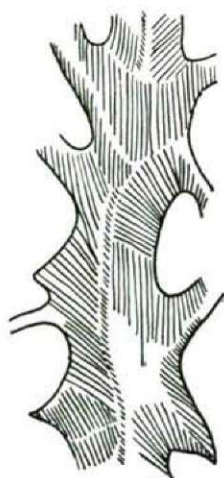
17



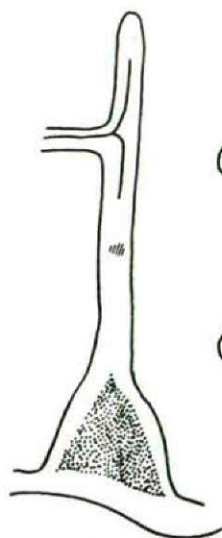
18



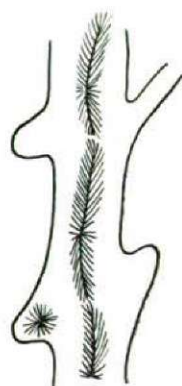
19



22



20



21

Tafelerklärung

1. *Craspedophyllia alpina*, Kleine Karpathen, Mittlere Trias; fibrocristatus-Struktur.
2. *Margarosmilia carpatica*, Kleine Karpathen, Mittlere Trias; lamelläre Struktur.
3. *Montlivaltia marmorea*, Cervena Skala, Mittlere Trias; balkonartige fibrocristatus-Struktur.
4. *Elysastraea profunda*, fusslos, in die Kreidezeit übergehendes Norikum; fibrolamelläre Struktur.
5. »*Montlivaltia norica*« *slovacensis*, Suchy vrch, Norikum; balkonartige fibrocristatus-Struktur.
6. *Thecosmilia caespitosa*, fusslos, Norikum; fibrocristatus-Struktur.
7. *Thecosmilia defilippi*, Csengőhegy, Norikum; fibrolamelläre Struktur.
8. »*Discocoenia* cf. *bononiensis*« Zengővárkony, Dogger? Fibrolamelläre Struktur.
9. Das gleiche wie 8.
10. *Thecosmilia irregularis*, Bolnok, Oberer Jura; fibrocristatus Struktur.
11. *Kobymeandra corrugatiformis*, Bóz, Oberer Jura; fibrogranuläre Struktur.
12. Das gleiche wie 11.
13. *Cryptocoenia limbata*, Muntyel, Oberer Jura; fibröse Struktur.
14. *Confusastraea tomasesdensis*, Tomasesd, Oberer Jura; fibröse Struktur.
15. und 16. Das gleiche wie 14.
17. *Thamnaraea* sp., Vulkan, Jura; fibrocristatus-Struktur.
18. *Rhabdophyllia disputabilis*, Menyháza, Oberer Jura; fibrogranuläre Struktur.
19. Das gleiche wie 18.
20. *Rhabdophyllia crenaticostata*, Kácsföld, Oberes Eozän; fibrogranuläre Struktur.
21. Das gleiche wie 20.
22. *Coscinaeraea sömmeringi*, Nagyzám, Oberer Jura; fibrocristatus-Struktur.

Delineavit: auctor.

Photo: E. Szarvas.

Schrifttum

- (1) *Alloiteau, J.*: Contribution a la systematique des Madréporaires fossiles. Tom. I. & II. Centr. Nat. Rech. Sci. Paris. (1957).
- (2) *Caspers, H.*: Zool. Jahrbuch **78**, 237—250 (1949).
- (3) *Fujio-Hiro*: Palaotropical Biol. Stat. Stud. **3**, 391—416 (1938).
- (4) *Huzio-Utinomi*: Science SHA Tokyo **95**, 124—134 (1955).
- (5) *Kolosváry, G.*: Bull. Soc. Linn. Lyon. **27**, 19—23 (1958).
- (6) *Kolosváry, G.*: Fol. Zool. Hydrobiol. **8**, 239—251 (1935).
- (7) *Kolosváry, G.*: Rivista di Biol. **23**, 20—22 (1937).
- (8) *Kolosváry, G.*: Acta Biol. Szeged, **3**, 123—126 (1957).

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. G. KOLOSVÁRY, Institut für Systematische-Zoologie der Universität, Tánácsics M. 2. Szeged (Ungarn).

ÜBER DIE KARBON-FAUNA DES SZENDRÖER GEBIRGES

Von
G. KOLOSVÁRY

Institut für Systematische Zoologie der Universität, Szeged
(Eingegangen am 24. Dez. 1958)

Im Jahre 1958 hat JÁMBOR im Szendrőer Gebirge neues fossiles Material aus dem Karbon gesammelt. Vordem hatten auch BALOGH und KOLOSVÁRY dortselbst ähnliche Urrelikte eingeholt. Die vorliegende Arbeit bringt die Gesamtergebnisse, die bei der Aufarbeitung des während dreier Sammlungen eingeholten Korallenmaterials erhalten wurden.

Es fragt sich, ob die Korallen-Schichtserie des Szendrőer Gebirges mit den paläozoischen Korallen des Bükk-Gebirges zeitlich identisch ist oder nicht?

Die ersten Ergebnisse (2) sprechen dafür, dass es sich um verschieden alte Fossilien handelt. Die seinerzeit im Szendrőer Gebirge gefundene paläozoische Korallenfauna lieferte folgende biologische Reihe:

- Dominante Art: *Amplexocarinia* sp.
Subdominante Arten: *Caninia* f. *pannonica* (Rakusz)
Plerophyllum longiseptatum (Frech)
Influente Arten: *Amplexus* sp.
Schréteria megastoma Kolosváry
Subinfluyente Arten: *Prosmilia* sp.
Caninia sp. II.
Lithostrotionella sp.

In einer vorhergehenden Arbeit (2) habe ich die III. fossile Schichtreihe des Paläozoikums des Szendrőer Gebirges als dem oberen Karbon zugehörend qualifiziert, da die weiter oben angeführten Faunenmitglieder dies wahrscheinlich machten. (Meine diesbezüglichen Überlegungen siehe in der erwähnten Arbeit (2).) Dieser Meinung gab ich als Ergebnis der Untersuchungen des gemeinsam gesammelten Materials von BALOGH und KOLOSVÁRY Ausdruck.

Neue Ergebnisse

Das neue Material JÁMBORs (das im wesentlichen den gleichen Fundorten entstammt wie die Sammlung von BALOGH und KOLOSVÁRY) lieferte (auch die ausser den Korallen gefundenen Faunenmitglieder mitberücksichtigt) folgende Daten:

Bryozoen

Szendrő, westliches Ende des *Garadna-Tales*, in kristallinem, hellgrauem Kalkstein, neben zermalmten Korallensiedlungen und in Gesellschaft von *Syringoporen* befinden sich Reste von ziemlich üppigen Moostierchenkolonien.

In dem grauen Korallen- und Crinoideen-Kalkstein des Berges *Szendrölád-Gordonyos* und im Tal unterhalb der *Tótharasz-Pusztá* waren im Korallen-Kalkstein ebenfalls reiche Moostierchenkolonien nachweisbar.

Über das Vorhandensein von Bryozoen — besonders neben *Lithostrotionella*-Siedlungen und auch zwischen die Kolonien eingewachsen — haben uns auch Aufsammlungen vor 1958 unterrichtet.

Crinoideen

Von dem Fundorte *Szendrölád*, bei dem Berge *Gordonyos* in grauem Korallen-Kalkstein, kamen neben Bryozoen und *Syringoporen* reichlich kleine Arm- und Stielteilchen zum Vorschein.

*Tabulatae**Syringopora* sp.

Ein für die paläozoische Fauna des *Szendrőer* Gebirges neues Mitglied. Bisher war es aus dem Paläozoikum des *Bükk*-Gebirges bekannt.

Der Genus kam auch aus der unteren viséen Karbonstufe von *Szabadbattyán* — *Kőszárhegy* zum Vorschein, denn dieser Genus lebte während des ganzen Karbon und des ganzen Perm. Die *Syringoporen* von viséen gehören aller Wahrscheinlichkeit nach der Art *S. ramulosa* Goldfuss an. Diese hat nach ZITTEL (5) vom Silur bis einschliesslich des oberen Karbon gelebt, verbreitet im oberen Karbon des *Ural*, *Timan* und *Spitzbergen*. Die *Syringopora* des *Bükk*-Gebirges dürfte der *S. multattenuata* Mac Chesney angehören, ist aber mit der vorigen Art keineswegs identisch.

Fundorte der Szendrőer Syringoporen:

Szendrő, westlicher Abschnitt des *Garadna-Tales* in hellgrauem Kalkstein neben Bryozoen und zermalmten Korallen.

Szendrölád, Berg *Gordonyos*, in korallen-, bryozoen- und crinoideenhaltigem Kalkstein.

Tubendurchmesser zwischen 1—2,5 mm schwankend. Entfernung voneinander 1—3 mm. Querleisten ziemlich dicht entwickelt. Von den von HERITSCH (1) angeführten sieben Arten entsprechen sie am ehesten der Art *S. multattenuata* Mac Chesney. Die Tubendurchmesser dieser Art erreichen bis 1,7—2,3 mm und so würde diese Art unserem Funde am nächsten stehen. Sie wurde aus dem Jung-Paläozoikum *Nebraskas* und *Kanadas* beschrieben, man fand sie aber auch im oberen Karbon von *Spitzbergen*.

Pterocorallia
Amplexocarinia sp.

In massenhafter Gruppierung wurden sehr viel Polypen geborgen, leider waren 90% davon zermalmt oder völlig verkalkt. Aus der glattgewalzten Oberfläche des Kalksteins wölben sich stellenweise die Idome von Polypen hervor. Ihr gruppenmässiges Vorkommen bedeutet einen Genus-Charakter und bildet rasenförmige Formationen.

Die Länge einzelner Polypen erreicht bis zu 35 mm, nie aber wird die Grösse der von HERITSCH aus dem oberen Karbon beschriebenen *A. smithi* Her, von 50 mm übertroffen. Die äussere Oberfläche der Polypen ist fein längsgerippt (hierin unterscheiden sie sich von der *A. smithi* Her.), dagegen aber intensiver quergerafft und eingeschnürt, was auf die Kelchknospenbildung zurückzuführen ist.

Von den Primärsepten ist das eine auffallend alleinstehend, die übrigen Septen sind an der Peripherie durch Querverbindungen zusammengehalten, um an ihrem zentralen Ende zusammenzuschwenken. Die septalen Bögen und Querverbindungen lassen typische interseptale Loculi entstehen, welche infolge von Septenverdickungen ein rundliches, bryozoenkammerartiges Bild zeigen. Die Septen des zweiten Zyklus sind äusserst rudimentär. Es kommen etwa 1—3 dissepimentale »Ringe« (das quergebundene und überwölbte System der Septen) zustande. Diese »Ringe« werden von einzelnen Forschern auch »innere Wand« genannt. Das Kelchzentrum ist in unserem Material ausnahmslos kompakt auskristallisiert.

Nach HERITSCH beträgt die Zahl der Septen der Amplexocarinen des Perm maximal 32, sie haben jedoch nur einen Durchmesser von 8—16 mm. In den Exemplaren des Karbon ist die Zahl der Septen noch gering, der Durchmesser aber grösser. Während also vom Karbon an die Septenzahl zunimmt, erleidet der Durchmesser eine Regression. Hierdurch wird die Progressions-Regressionseinheit bewiesen. Die Progression der Septenzahl kompensiert gegenüber der Regressionsgefahr für das Erhaltenbleiben der Art.

In der Zusammenstellung von HERITSCH (1.) finden wir folgende Daten:

Arten des oberen Karbon	Durchmesser 8—20 mm	Zahl der Septen 21—28
Arten des unteren Perm	„ 1,5—18 mm	„ „ „ 11—27
Arten des Perm im allgemeinen	„ 8,5—16 mm	„ „ „ 23—32

Die Zusammenstellung der Exemplare aus dem Szendröer Gebirge nach den obigen Gesichtspunkten ist parallel hiermit folgende:

Beim Einordnen der Daten des Szendröer Gebirges in die HERTISCH'sche Tabelle kann unser Fundort nicht mit voller Sicherheit festgestellt werden, da die prozentuelle Septenzahl eine sehr abweichende ist. Die Variationschwankungen unserer Amplexocarinen erreichen in der Septenzahl bis zu 40, der Kelchdurchmesser dagegen hat nur ein Maximum von 14 mm.

Eigentlich passt nur die Angabe von SCHINDEWOLF (4) bzgl. der *A. jokeri* (Kok.) nicht in diese Reihe, weil hier der Durchmesser allmählich

Szendrő—Gebirge	Sammlung von 1950	Durchmesser 3-14 mm	Zahl der Septen 13—30
Szendrő—Gebirge	Sammlung von 1958*	„ 3-9 mm	„ „ „ cca. 20 - 40
* detailliert : in der 1. Gesteinsprobe 4—8 mm in der 2. Gesteinsprobe 3—7 mm in der 3. Gesteinsprobe 3—6 mm in der 4. Gesteinsprobe 4—9 mm in der 5. Gesteinsprobe 3—8 mm			
		bei den elliptischen Formen nur der kleinere Durchmesser !	

Zeitalter	Maximaler Durchmesser	Maximale Septenzahl	Arten
Karbon	20 !	26 !	A. smithi Her.
Perm	16 !	36 !	von HERITSCH aus dem Perm erwähnte Arten
Perm	10 !	21 !	A. jokeri (Kok.)
?	14 !	40 !	Arten aus dem Szendrőer Gebirge

Arten aus dem unteren Perm	Durchmesser	Zahl der Septen	Zeitalter
A. ruedemanni Her.	18 !	24 !	unteres Perm
A. muralis Soskina	12 !	27 !	„ „
A. cristata W. et W.	16 !	32 !	„ „
Amplexocarinia sp. Szendrőer Gebirge	14 !	40 !	?

kleiner wird (Regression) und die Zahl der Septen zunimmt (Progression). Auf dieser Grundlage wird der zeitliche Charakter unserer Amplexocarinen aus dem Szendrőer Gebirge zweifelhaft, aber auch ihre von den Exemplaren des Bükk-Gebirges unabhängige zeitliche Absonderung erfährt keine Stütze.

Die *Amplexocarinia* des Szendrőer Gebirges erhebt also hinsichtlich ihrer Septenzahl keinen Anspruch auf eine Einordnung unter die Arten des unteren Perm von HERITSCH. Dieser Umstand ist aber ebenso eine divergente Artenbesonderheit wie die Divergention (d. h. das ausser der Reihe stehen) der *A. jokeri* (Kok.).

Somit stehen unsere Exemplare der *A. cristata* Wagen et Wenzel am nächsten.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Unsere *Syringopora* steht wahrscheinlich der *S. multattenuata* Mac Chesney am nächsten oder kann eventuell gar identisch mit ihr sein. Diese verrät eine nahe Verwandtschaft zu der *Syringopora* sp. aus dem Bükk-Gebirge, beide unterscheiden sich aber wesentlich von der *Syringopora* aus der Viséen-Stufe des Szababattyán-Köszárhegy. Die *Syringopora* cf. *multattenuata* Mac Chesney aus dem Szendrőer- und dem Bükk-Gebirge ist eine Art aus dem oberen Karbon.

2. Die *Amplexocarini* von Szendrő haben ausgesprochen Karbo-Perm-Charakter. Am nächsten stehen sie der *A. cristata* W. et W.

3. Wir nehmen an, dass

a) unsere »dem Perm entsprechende« *Amplexocarinia* schon im oberen Karbon existiert hat und

b) unsere »dem oberen Karbon entsprechende« *Syringopora* als niveauanzeigend angesehen werden kann.

In Fall a) ist unsere *Amplexocarinia* eine progressive und

in Fall b) unsere *Syringopora* eine elastische (akkomodative) Art.

4. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Korallen von Szendrő mit denen vom Bükk-Gebirge zeitlich übereinstimmen, allerdings kann das Zusammentreffen einer persistenten und einer progressiven Art auch vorübergehenden Charakters sein.

5. Der Szendrőer Korallenkalk des Paläozoikums ist eigentlich ein Tabulata-Korallen-Bryozoen-Crinoideen-Kalkstein, das Überbleibsel einer ur-zoologischen Facies. Die Verschiedenheit der Facies von der des Bükk-Gebirges ist selbst im Falle einer zeitlichen Übereinstimmung zweifellos.

6. Die Mitglieder der Zoozönose sind nicht ausgesprochen Komponenten einer flach-litoralen, sondern einer etwas submergenteren vertikalen Gliederung (*Crinoidea*).

7. Dominant: *Amplexocarinia* (*Syringopora*, *Bryozoa*, *Crinoidea*).

Subdominant: *Caninia* und *Plerophyllum* (*Bryozoa*).

Influent: *Syringopora*, *Amplexus*, *Schrëteria* (*Bryozoa*, *Pterocorallia*, *Crinoidea*).

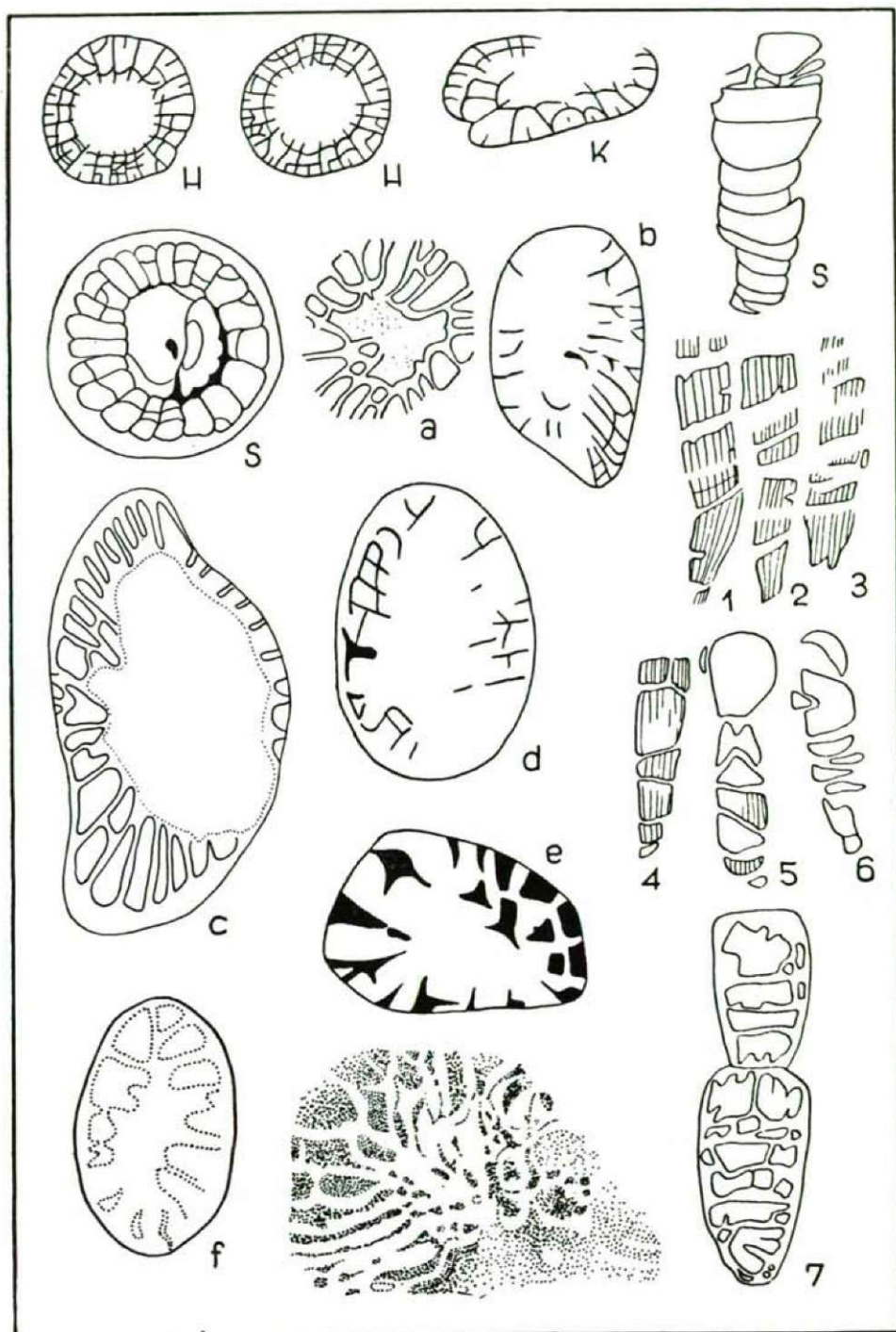
Subinfluent: *Prosmilia*, *Caninia*, *Lithostrotionella* (*Bryozoa*).

8. In der Karbonperiode des Szendrőer Gebirges finden wir verschiedene typische Vertreter der Korallenfauna vor (3). Auch auf Grund dieses Befundes können wir die Zeitalter wahrscheinlich machen. Niveauanzeigende Arten wie *Syringopora*, *Caninia* und *Lithostrotionella* haben für lange Zeiten die Eigenheiten des Genus bewahrt. Mit etwas minderer Sicherheit können die elastischen Genera, wie *Prosmilia* und *Plerophyllum* benutzt werden. In Anbetracht der progressiven Eigenschaften der im Szendrőer Gebirge vorherrschenden *Amplexocarinia* zeigt das Anwesenheit des Karbonzeitalter an. Die letzten Mitglieder einiger im Aussterben begriffener Genera wiederum deuten an, dass es auch regressive Genera (*Amplexus* und *Schrëteria*) gibt.

9. Wie bereits in meiner 1950 erschienenen, zitierten Arbeit (2) betont, wird die Korallenfauna des Szendrőer Gebirges als dem Karbon angehörig qualifiziert, was auch die Untersuchungsergebnisse des neuen Materials bekräftigen.

Schrifttum

- (1) Heritsch, F.: Die Korallen des Jungpaläozoikums von Spitzbergen. Arkiv för Zoologi **31**, 1—138 (1939).
- (2) Kolosváry, G.: Magyarország permo-karbon koralljai. Földt. Közl. **81**, 1—185 (1951).
- (3) Kolosváry, G.: Système des phénomènes vitaux. Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon. **27**, 19—23 (1958).
- (4) Schindewolf, O.: Zur Kenntnis der Polycoelien und Plerophyllum. Abh. Reichanst. f. Bodenforsch. Neue Folge. 1—324 (1942).
- (5) Zittel, K.: Grundzüge der Paläontologie. München und Leipzig, 1895.



Tafelerklärungen

- H Doppel-Kelchbilder von *Amplexocarinia smithi* nach Heritsch.
 K Kelchbildung von *Amplexocarinia* sp. aus dem Bükkgebirge.
 S *Amplexocarinia jokeri* nach Schindewolf.
 S₁ Längsschnitt,
 S₂ Querschnitt.
 1—7. Längsschliffe von *Amplexocarinia* sp. (Szendrőer Gebirge 1958).
 a—d. Kelchbilder der *Amplexocarinia* sp. (sichtbaren »inneren Wand«).
 e—g. Noch mehr verkalkte *Amplexocarinia*-Polypen (Querschliffe).
 Gezeichnet vom Autor.

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. G. KOLOSVÁRY, Institut
 für Systematische Zoologie der Universität, Tánácsics M. 2., Szeged (Ungarn).

KORALLEN AUS DER UNTERKREIDE DES MECSEK-GEIRGES

Von
G. KOLOSVÁRY

Institut für Systematische Zoologie der Universität, Szeged
(Eingegangen am 16. Dez. 1958)

Discocoenia sp.

(Aff. *D. bononiensis* Thomes).

Fundort: Zengővárkony, Eisenerzbergwerk, Basisgebilde. Ges. J. FÜLÖP.
Beschreibung: Solo Polyp. Durchmesser 4—6 mm. Zahl der Septen bis 48. Septen-Zyklus 3, das dritte Glied ist rudimentär. Das Zentrum des Kelches erreichen 10—14 Septen. Die zentralen Enden der Septen sind mit Pali und auch miteinander verschmelzend. So ist das Zentrum des Kelches dicht bewachsen. Die Septen sind starr und stark. Die Septenoberflächen mit hie und da kleinen knospenartigen Vorwölbungen ornamentiert, sonst sind sie glatt. — Endothek fehlt vollkommen. Kolumelle reduziert und plattenförmig. Wand stellenweise lakunär, d. h. septothekal oder sklerothekal mit Löchern. In der Basis ist eine Bilateralität zu beobachten. — Vom Typ (aus Dogger) abweichend, vielleicht ist diese Koralle zu einem, als phylogenetisch jünger betrachtaren Stadium gelangt (evolutive modifizierte Art).

Thecocyathus mecsekensis Kolosváry

Fundort: Zengővárkony, Eisenerzbergwerk, Basisgebilde, Ges. J. Fülöp.
Beschreibung: Solo Polyp. Durchmesser 15 mm. Kreisförmig. Polypenhöhe 3 mm. Scheibenform. Zahl der Septen bis 45. Septen-Zyklus 3 oder 4. Das Zentrum des Kelches ist, leider, infolge von Manganablagerungen und Kalzifikationen nicht gut zu beobachten. Die Septen sind mehr oder minder dünn, ihre Oberfläche glatt, sehr vereinzelt mit Dornen versehen. Die Septen, sowie die Pali auch nicht gleichmässig entwickelt. Sie sind aber miteinander verschmelzend. Nicht alle Septen sind genau zu beobachten. Die Anordnung der Septen lässt eine Tendenz zur Bilateralität erkennen. — Endothek fehlt nicht vollkommen, da sehr sparsam einige Querbindungen hie und da wahrzunehmen sind. Kolumelle nicht zu beobachten. Wand ganz erodiert.

Prototrochocyathus n. gen.

Solo Koralle. Zylindrokonisch. Septen relative dünn, mit unregelmässiger, schwacher Bedornung und Bestachelung. Die Septen Enden sind ebenfalls unregelmässig, stellenweise konfluent. Das Zentrum des Kelches relative leer. Kolumelle primitiv. Kein Endothek. Pali-Ringe unregelmässig entwickelt. Wand dick und septothekal oder sklerothekal.

In Vergleich mit *Prototrochocyathus* (Alloiteau 1958) aus Madagaskar, Albien: sind folgende Merkmale zu erwähnen: bei *Prototrochocyathus* sind zwei regelmässige Pali-Ringe ausgebildet, bei *Prototrochocyathus* sind die Pali unregelmässig geordnet. Wand bei *Prototrochocyathus* septo-bezw. parathekal, bei *Prototrochocyathus* septo-bezw. sklerothekal.

Auf Grund dieser Unterschiede nenne ich den neuen Genus, als eine Urform des *Prototrochocyathus*: *Prototrochocyathus*, aus der valanginischen Stufe des Mecsekgebirges in Südungarn.

Prototrochocyathus valanginicus n. sp.

Fundort: Zengővárkony, Eisenerzbergwerk, Basisgebilde, Ges. J. FÜLÖP.
Beschreibung: Solo Polyp. Durchmesser 6×7 mm. Polypenhöhe (rumpf und rekonstruiert) 6 mm. Zahl der Septen bis 48, Septen-Zyklus 3 oder 4, nicht regelmässig entwickelt. Die Septen sind relative dünn, glatt, mit unregelmässiger Bekörnelung und Bestachelung. Die zentralen Septen-Enden und Pali hie und da verschmelzend. Das Zentrum des Kelches relative leer, in der Basis sind die Septen ganz frei, ohne Verschmelzung. Septenanordnung im allgemeinen mehr oder minder unregelmässig, in der Basis regelmässig. Endothek fehlt, aber hie und da sind einige Querbänder zu beobachten. Wand dick, sclerothekal und septothekal. Kolumelle klein in der Basis in Querschliff knospenartig.

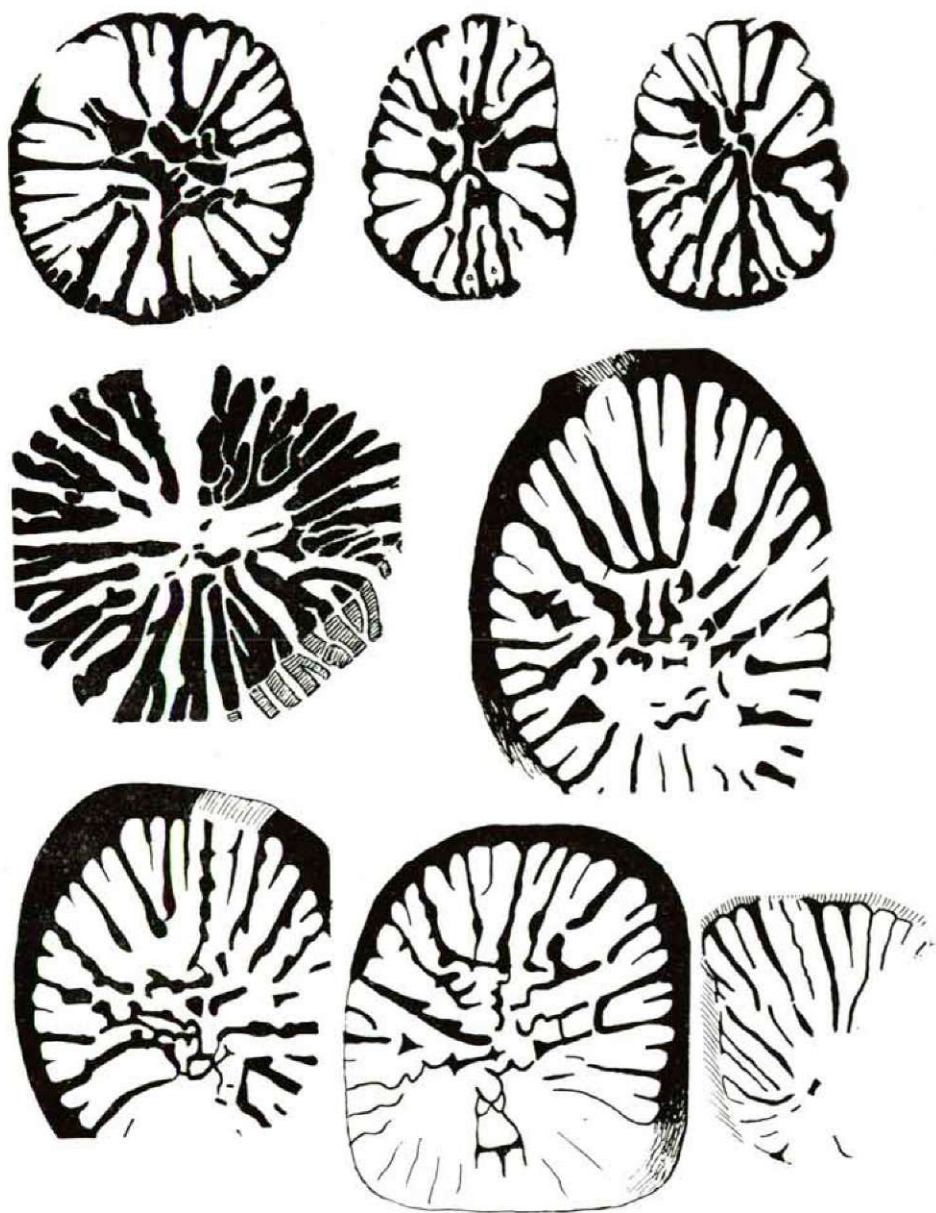
Die neue Art ähnelt auch *Caryophyllia dentonensis* Wells und *Caryophyllia bowerbanki* E. H. aus dem Albien Texas, bzw. aus England (Gault). Unsere neue Art ist aber weder mit *Caryophyllia dentonensis*, noch mit *Caryophyllia bowerbanki* identisch.

Montlivaltia sp.

(Aff. *M. burchardti* Wells).

Fundort: Magyaregregy, Hodácsi-Tal, Pachyodonten-Kalk. Ges. J. FÜLÖP.
Beschreibung: Solo Polyp. Durchmesser 32×22 mm. Unregelmässig (deformiert?) elliptisch, etwa lobulär ausgebildet. Mitte des Kelchzentrums länglich oval, mit Sediment verstopft. Die Zahl der Septen über 100, nicht genau zu zählen. Die Septen sind dünn, geradlinig, fein, bezähnt und nur hie und da in der Mitte des Kelches verschmelzend. Zyklus der Septen 3 oder 4, nicht überall genau zu sehen. — Endothek cellular, axial und auch peripheral, Epitheka erodiert.

Unser Fund unterscheidet sich von der valanginischen Art: *Montlivaltia rugulosa* Koby, durch ihr länglich-ovales Kelchzentrum, weil *Montlivaltia*



rugulosa ein rundliches, nicht längliches Kelchzentrum besitzt. Übrigens zeigt viele Ähnlichkeit mit der Art *Montlivaltia burchardi* Wells aus der Hauterivien, doch wegen der schlechten Erhaltung ist eine genaue Diagnose nicht zu geben.

Schrifttum

- (1) J. Alloiteau: Monographie des Madreporaires fossiles de Madagascar. Ann. Geol. Madagascar **25**, (1958).
- (2) G. Kolosváry: Über erste Korallenfunde aus der Jurazeit des Mecsekgebirges. Acta Biol. Szeged. **2**, 205—207 (1956).
- (3) J. W. Wells: Some jurassic and cretaceous corals from Northern Mexico. Journ. Paleont. **20**, (1946).
- (4) J. W. Wells: Coral-Studies. Bull. Amer. Paleont. **31**, (1947).
- (5) J. W. Wells: Lower cretaceous corals from Trinidad B. W. I. Journ. Paleont. **22**, (1948).

Tafelerklärung: :

- Nr. 1, 2, und 3: Discocoenia (aff. bononiensis Thomes) Schliffe aus 3 Horizonten des Polyps.
- Nr. 4: Thecocyathus mecsekensis Kolosváry. Schliff aus dem Polyp (Leergelassen die Septen, schwarz der mit Sediment ausgestopfte Interseptalraum. Schraffiert: ein Teilchen von Längsrichtung).
- Nr. 5: Prototrochocyathus valanginicus n. sp. vor dem Schliff (Der Kelchraum im natürlichen, erodierten Zustande).
- Nr. 6: Schliff in 8×6 mm. Durchmesser.
- Nr. 7: Schliff in 7×6 mm. Durchmesser.
- Nr. 8. Basisteil in einer Grösse von 5×4 mm. Durchmesser.
Originalzeichnungen des Verfassers.

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. G. KOLOSVÁRY, Institut für Systematische Zoologie der Universität, Tánácsics M. 2. Szeged (Ungarn).

VERGLEICHENDE ANATOMIE UND MIKROSKOPISCHE INNER- VATION DER AUGENMUSKELN VON REPTILIEN

Von
A. STAMMER

Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität, Szeged
(Eingegangen am 16. Jan. 1959)

Die Literatur bringt zwar vereinzelte Angaben über die Anatomie der Augenmuskeln von Reptilien (4, 6, 10), Untersuchungen über die vergleichende Anatomie und die mikroskopische Innervation der Augenmuskeln aber stehen noch aus. Da meines Erachtens zur Klärung der allgemeinen Fragen bzgl. der Innervation der Augenmuskeln nicht nur die Augenmuskeln der Säugetiere untersucht, sondern auch die Lage derselben sowie auch die Gestaltung ihrer Innervation in den phylogenetisch niedrigeren Stufen in Betracht gezogen werden müssen, habe ich als Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen die Innervation der Augenmuskeln von Reptilien gewählt.

Material und Methoden

Untersucht wurden die Augenmuskeln der in Ungarn ziemlich häufigen Zauneidechse (*Lacerta agilis*), der Sandeidechse (*Lacerta taurica*), der Wassernatter (*Tropidonotus natrix*) und der Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*). Ausserdem erhielt ich aus dem Budapest Zoologischen Garten auch Augen der griechischen Schildkröte (*Testudo graeca*) und des Erdvaran (*Varanus griseus*) und hatte somit Gelegenheit, auch deren Augenmuskeln zu untersuchen.

Die Zerlegung erfolgte wegen der Kleinheit der Muskeln meistens nach Fixieren in 10%igem Formalin unter dem binokularen Präpariermikroskop. Die neurohistologischen Untersuchungen führte ich mit der Ábrahám'schen Modifikation des Gros-Schultze'schen bzw. des Bielschowsky'schen Verfahrens aus (1, 2).

Ergebnisse

Die makroskopische Anatomie der Augenmuskeln

Die Anordnung der Augenmuskeln, sowie der Verlauf und die Verbindungen ihrer Nerven weisen bei den untersuchten Arten Abweichungen auf. Innerhalb der Ordo der Schuppentiere (Squamata) tritt ein auffallender Unterschied in der Lage der Augenmuskeln, der untersuchten Mitglieder der

Lacertiden-Familie und des *Varanus griseus* zutage. Von beiden Formen abweichend erweisen sich die Augenmuskeln der *Tropidonotus natrix* und ganz spezielle Verhältnisse finden sich bei den Schildkröten.

In Bezug auf die anatomische Lage und die makroskopischen Nervenverbindungen der Augenmuskeln habe ich folgendes feststellen können:

Bei den Eidechsen finden sich — im Verhältnis zur Grösse des Auges — relativ lange, schlanke, gerade Muskeln und auch die beiden Schrägmuskeln sind wohl entwickelt. Die geraden Muskeln beginnen an einer gemeinsamen Sehnenanlage nahe des *Nervus opticus*. Neben dem genau an der Mitte der hinteren Augapfeloberfläche erscheinenden *Nervus opticus* und der regelmässig runden Gestalt der *Orbita* trägt die gleichmässige Entwicklung der Augenmuskeln dazu bei, dass der Augenmuskelkegel vollkommen symmetrische Form zeigt. Unvollendet ist er nur insofern, als sich zwischen den langen schlanken Augenmuskeln reichlich grosse, leere Hohlräume finden. Der einzige spezielle Muskel am Eidechsenauge ist der *Musculus retractor*, bzw. nach LEUCKART (cit. 4) *Musculus retractor bursalis* genannt, dessen grösserer Abschnitt unterhalb des *Musculus rectus lateralis* liegt, während ein ganz kleiner Teil unterhalb des *Musculus rectus inferior* zu liegen kommt. Es ist ein dünner, flacher, einheitlicher Muskel, welcher in eine schmale Sehne übergeht, die sich der Nickhaut anschliesst, er stellt somit funktionell gesehen den Muskel der Augenlidbewegung dar.

Die Nerven der Augenmuskeln sind — im Verhältnis zur Augengrösse und den dünnen Augenmuskeln — auffallend dick. Die an die Muskeln herantretenden Nerven sind stets auch mit freiem Auge gut sichtbar. Der *Nervus oculomotorius* zerfällt in zwei Teile, der obere Ast innerviert den *Musculus rectus superior* und der untere den *Musculus rectus inferior*, *medialis* und den *Musculus obliquus inferior*. Aus dem *Ramus inferior* des III. Gehirnnerven tritt vor seinem Eintritt in den *Musculus rectus inferior* ein dicker Nerv aus, um dem *Bulbus* zuzuschreiten. An diesem Ast befindet sich ein kleines gut entwickeltes *Ggl. ciliare*. LENHOSSÉK (7) hat bei *Lactera viridis* sogar ein doppeltes Ganglion mitgeteilt, das ich bei den untersuchten Arten aber nicht beobachten konnte. Der *Nervus trochlearis* tritt oberhalb der Öffnung des *Nervus opticus* und durch seine eigene, in nasaler Richtung gelegene Öffnung in die *Orbita* ein, um im *Musculus obliquus superior* zu verzweigen. Der *Nervus abducens*, der dünnste Augennerv, ist der Nerv des *Musculus rectus lateralis* und des *Musculus bursalis*. Die Verteilung der Nervenäste im Muskel ist eine Zeitlang auch mit freiem Auge zu verfolgen.

Die Anordnung der Augenmuskeln des *Varanus* kommt den beim Vogelauge gefundenen Verhältnissen sehr nahe (3). An der medialen Seite liegt auch hier die wohlentwickelte Hardersche Drüse, oberhalb bzw. unterhalb derer — über den *Bulbus* geneigt — die *Musculi obliqui* haften. Die schrägen Muskeln liegen ziemlich unabhängig vom Augenmuskelkegel. Die geraden Augenmuskeln des *Varanus* sind — ähnlich wie bei den Vögeln — breit, flach, kurz und bedecken die hintere Oberfläche des *Bulbus* vollkommen. Sie entspringen in der Umgebung der Öffnung des *Nervus opticus* auf breiter Basis mit sehr kleinen Sehnen, um sich alsbald auf dem Augapfel auszubreiten. Die am Ursprung eingenommene Breite wird ganz bis zu Ende beibehalten. Die beiden Spezialmuskeln des *Varanus*auges sind den ähnlichen Elementen des Vogelauges schon nicht mehr vergleichbar. Der eine Spezialmuskel des *Vara-*

nus entspringt an der Orbitalwand kaudal vom *Nervus opticus* auf derber, dicker Grundlage und nimmt unterhalb des *Musculus rectus medialis* Platz. Es ist grösstenteils ein starker, breiter Muskel, der — verjüngt — an der *Sklera* haftet, zu einem gewissen Teil unter der Harderschen Drüse liegt und auf dem *Bulbus* bis zu den Rändern der *Musculus rectus superior* und *inferior* reicht. An der hinteren Oberfläche des Augapfels werden beiderseits des *Musculus rectus medialis* die beiden Randstrecken des *Musculus retractor* sichtbar. Der Muskel ist nicht gleichmässig dick, an der Mitte verlaufen zwei starke Erhebungen, die sich gegen den Rand hin glätten. Der zweite Spezialmuskel entspringt ebenfalls an der Orbitalwand in der Nähe des ersten Muskels, dorso-kaudal von diesem. Ein Teil desselben haftet auf der *Sklera* an dem freien Gebiet zwischen *Musculus rectus inferior* und *M. rectus lateralis*; die dem medialen Teil des *Musculus rectus medialis* zugekehrte Portion sondert sich ab und geht in eine Sehne über, welche sich der Nickhaut anschliesst. Somit ist der eine Teil dieses Muskels als Retraktionsmuskel und der andere als Bewegungsmuskel des Auges zu werten. Da beide Muskeln an der Orbitalwand entspringen, ist ein Vergleich mit den beiden entsprechenden Spezialmuskeln der Vögel — dem *Musculus quadratus* und *pyramidalis*, welche auf dem *Bulbus* selbst entspringen — nicht zulässig.

Verlauf und Verbindungen der Augennerven des *Varanus* ähneln denen beim Vogelauge. Ein Unterschied zeigt sich insofern, als die Zahl der an die Augenmuskeln herantretenden Nervenäste eine weit grössere ist. Ich sah hier an den *Musculus rectus inferior* 8 dicke und 6—7 dünne Aeste herantreten, während beim Vogelauge nur 4—5 dicke Aeste vorkamen. Ähnliche Abweichungen finden sich auch bzgl. der Zahl der Nerven des *Musculus rectus medialis*. Die Nerven der Augenmuskeln des *Varanus* sind auch mit freiem Auge sichtbar und ihre Verteilung in den Augenmuskeln auf weiter Strecke zu verfolgen. Im Verlauf des aus dem *Ramus inferior* des *Nervus oculomotorius* heraustretenden Nerven wird ein an beiden Enden zugespitztes, längliches *Ggl. ciliare* sichtbar.

Am Auge der Wassernatter wird man des charakteristischen Gebildes des Ophidienuges, der doppelten *Cornea* ansichtig. Dieser Uhrglas-artig schliessenden Hülle dürfte es zuzuschreiben sein, dass die Augen der *Tropidonotus*-Gattung als rudimentär zu betrachten sind. Dies zeigt sich besonders bei den beiden, die Augendrehungem sichernden Schrägmuskeln. Die auf dem Augapfel liegenden geraden Augenmuskeln sind — im Verhältnis zur Grösse des Augapfels — kurz, ihre Anordnung ist regelmässig. In dieser Gruppe konnte ich der Bewegung der Augenlider oder der Rückziehung des Auges dienende, spezielle Muskeln nicht entdecken. Die Nerven der Augenmuskeln sind dünn und der *Nervus oculomotorius* ist der einzige Nerv, der stets leicht zu erkennen ist. Das *Ganglion ciliare* ist überaus klein; über den Verlauf des *Nervus trochlearis* und des *N. abducens* konnte nichts in Erfahrung gebracht werden.

Die Augenmuskeln der Schildkröten sind kräftig entwickelt. Die plattbasische Schädelform und die tiefliegende *Orbita* haben in der Lage der Augenmuskeln und in ihrer Beziehung zu den Augennerven Veränderungen hervorgebracht. Die Augenmuskeln entspringen nicht auf gleicher Sehnenanlage und auch die Augennerven treten aus diesem Grunde ziemlich weit voneinander entfernt in die *Orbita* ein. Im Auge der Schildkröten stossen

wir auf wohlentwickelte Mm. retractores, welche aus zwei Portionen bestehen; die eine Portion ist der aus der nasalen Region entspringende, ziemlich dicke Muskel, der nur teilweise auf dem *Bulbus* inseriert, während der grössere Anteil nach Durchschreiten des Augapfels in eine Sehne übergeht, die sich der Nickhaut verbindet. Dieser Muskel dient der Bewegung des Augenlides, ist also als *Musculus retractor bursalis* zu werten. Dem Zurückziehen des Auges dient die von der Tiefe der *Orbita* entspringende und an der temporalen Region haftende zweite Portion. Nimmt man nach Entfernung der beiden *Musculi retractores* die Lage der geraden und schrägen Augenmuskeln in Augenschein, so zeigen sie eine stark asymmetrische Anordnung. Sie liegen nicht aneinander geschmiegt, ihre Entwicklung ist verschiedenen Grades. Als grössten und stärksten Muskel fand ich den *Musculus rectus superior*, der zweitstärkste war der *Musculus rectus lateralis*. Der *Musculus rectus medialis* und *inferior* war relativ dünn und schmal. Von den beiden schrägen Muskeln ist der obere länger als der untere.

Die an die Augenmuskeln herantretenden Nerven sind deutlich sichtbar und ihr Verlauf stimmt im grossen und ganzen mit den bei den vorangehenden Arten geschilderten Verhältnissen überein.

Die mikroskopische Innervation der Augenmuskeln

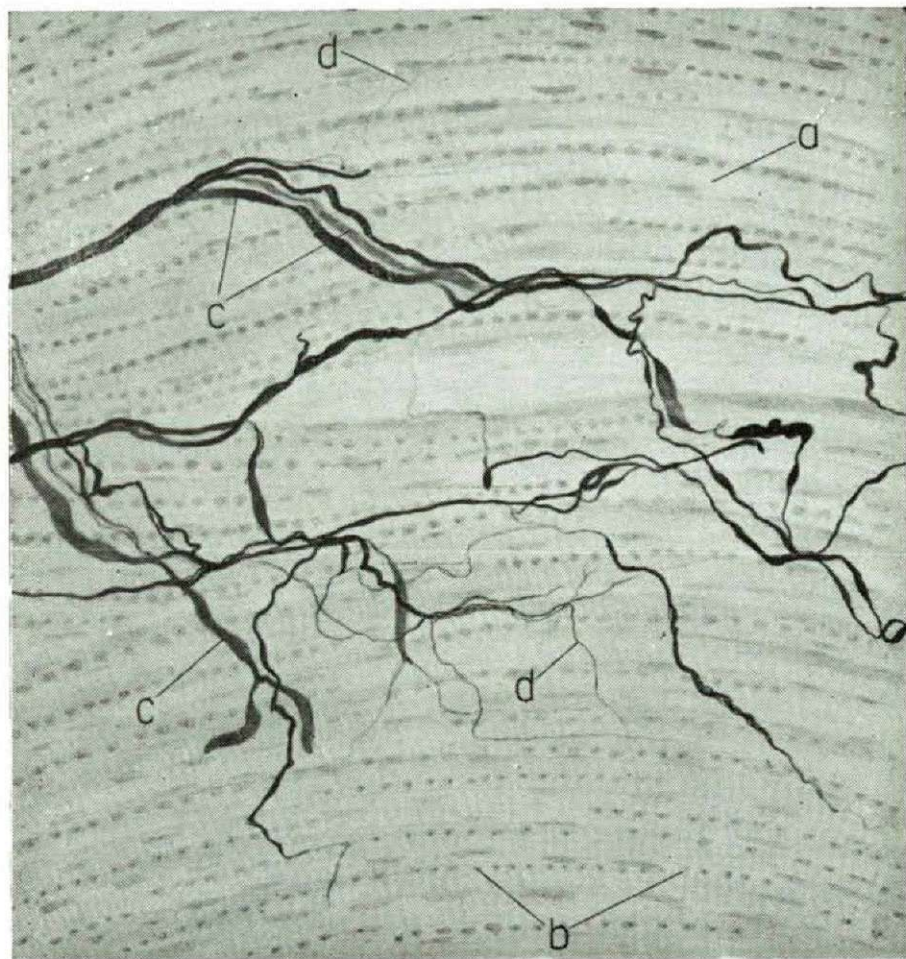
Die in der anatomischen Lage der Augenmuskeln zutagetretenden Unterschiede machten sich auch in der mikroskopischen Innervation bemerkbar. Abweichungen fanden sich besonders im Reichtum der Nervenfasern, im Vorkommen der dicken und dünnen Fasern, in den Verzweigungsformen und in den Endformationen der Fasern. Die Innervation des Eidechsen- und Natternauges ist um grossen und ganzen identisch zu nennen, während sie sich von der des *Varanus*- und Schildkrötenauges völlig unterscheidet.

Typisch für die in die Augenmuskeln von Eidechsen und Nattern eintretenden Nervenstämmen ist der auffallende Umfang der Nervenfasern (*Tafel I, Abb. 1.*). Neben den dicken Fasern kommen auch wenige dünne Fasern vor. Die dicken Fasern sind dicht mit Verdickungen, Varixen, versehen, die besonders an den Endstrecken häufig sind (*Tafel I, Abb. 2.*). Neurofibrilläre Auflockerungen, wie sie an den dicken Nervenfasern des Froschaugenmuskels in grosser Zahl gesichtet werden (8), treten weder bei den Augenmuskeln der Eidechsen, noch bei denen der Nattern in Erscheinung.

Die Verzweigung der in die Augenmuskeln eintretenden Stämme erfolgt in sämtlichen Augenmuskeln auf die gleiche Weise, gewöhnlich in der mittleren Strecke des Muskels (*Tafel I, Abb. 3.*). Zwischen den verzweigenden Stämmen findet reger Faseraustausch statt. Endigungen machen sich bereits in der Nähe der Verzweigungen, besonders aber etwas weiter entfernt bemerkbar. Meistens werden die Nervenstämmen durch die zahlreichen Abgaben von Aesten immer dünner und führen immer weniger Fasern mit sich. Liegen nur mehr einige wenige Fasern innerhalb des Stammes vor, so entfernen diese sich voneinander und bilden ein reiches Geflechsystem (*Abb. 1**). Auf dem ganzen Gebiete des Muskels treffen wir in annähernd gleicher Verteilung

* Die Abbildungen hat unser wissenschaftlicher Mitarbeiter G. MRÁZ verfertigt.

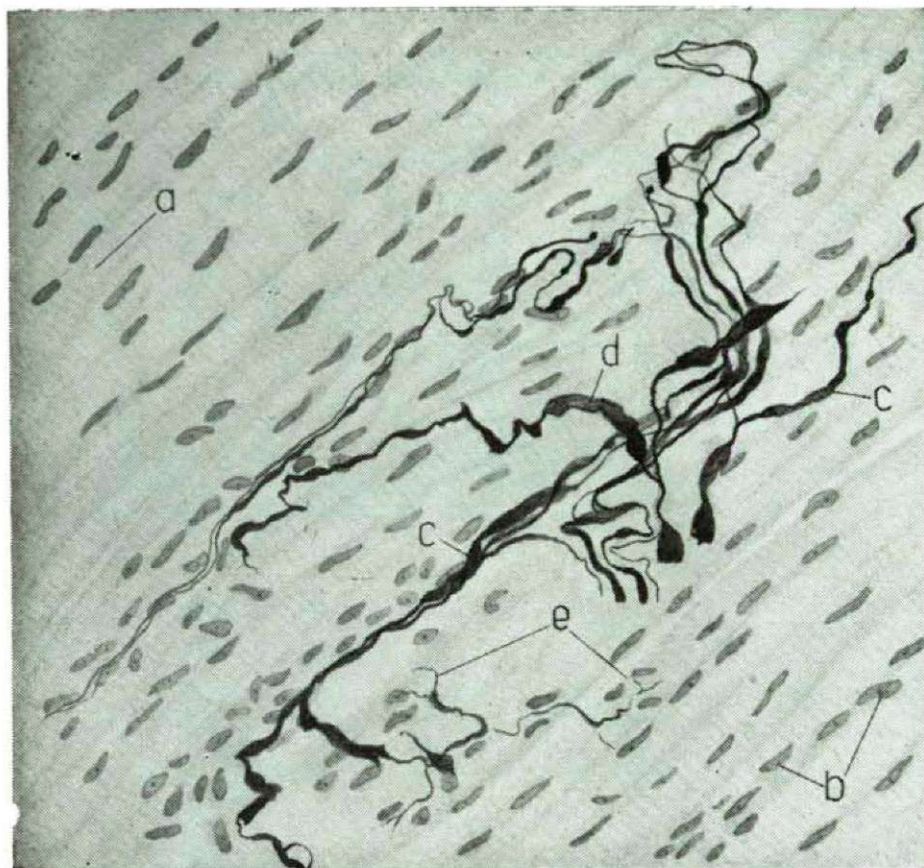
Bilder an, wie sie Abbildung 1 veranschaulicht. Besonders reich innerviert ist die mittlere Region, sowie der nahe der Insertionsstelle liegende Anteil. Die sich ihrer Endverzweigung nähernde Faser zerfällt in der Regel auf einmal in 4–6 Endäste (Abb. 1), welche meistens eine kürzer-



1. *Lacerta agilis*: *musculus obliquus superior*. Innervation des Augenmuskels.
a) quergestreifte Muskelfasern, b) Muskelzellkern, c) Nervenfasern, d) Endfasern.

oder längere Strecke an der Oberfläche der Muskelfaser zurücklegen und, ohne besondere Endformationen zu bilden, verschwinden. An den schrägen Augenmuskeln, sowie an dem *Musculus retractor bulbi* haben die Endäste längeren Verlauf als in den geraden Muskeln. Bei den Endigungen der geraden Muskeln sind die Endäste oft kurz und ihre Zahl

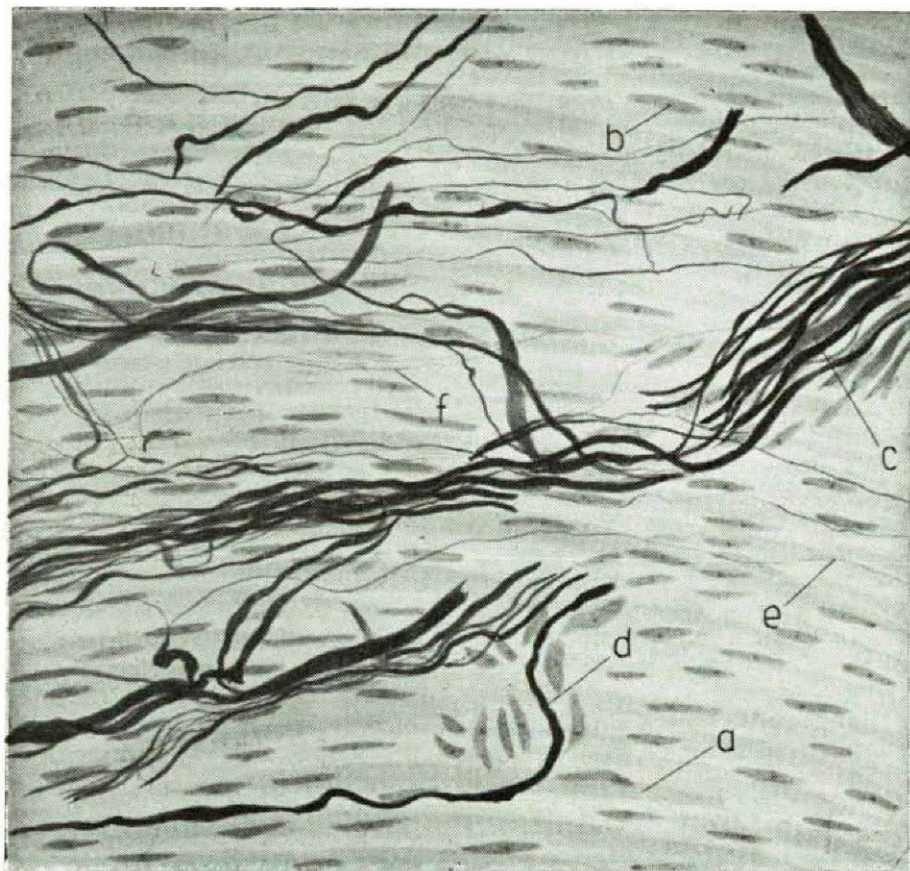
ist gering (Tafel I, Abb. 4/a). Diese Form der Verzweigung erinnert stark an die in der Skelettmuskulatur von Vögeln und Säugern zu beobachtenden Endverzweigungen vor den motorischen Endlamellen mit dem Unterschied, dass die Endlamellen sich noch nicht an den Endigungen befinden und auch



2. *Varanus griseus*: *musculus rectus medialis*. Innervation des Augenmuskels. a) quergestreifte Muskelfasern, b) Muskelzellkern, c) Nervenfasern, d) Neurofibrillen, e) Endfasern.

die Muskelkernanreicherungen nicht in der Nähe der Endigungen erscheinen. Hier möchte ich die Tatsache erwähnen, dass — während die Nervenendigungen an den Augenmuskeln der Eidechsen, verglichen mit denen bei Fischen und Fröschen (8, 9) auch kürzer sind — Endlamellen doch nicht existieren, obzwar ich in der als Kontrolle untersuchten Bauchmuskulatur der Eidechsen motorische Endigungen imprägnieren konnte, die sich strukturell kaum von den Endigungsformen der Augen- und Skelettmuskulatur der Säugetiere unterscheiden lassen (Tafel I, Abb. 4/b). Selbst auch die Muskelkernanhäufungen erscheinen.

In sämtlichen Augenmuskeln des *Varanus* zweigen die eintretenden Nerven nahezu in gleicher Höhe, streckenweise wiederholt, auseinander. Zwischen den verzweigenden Stämmen wird reger Fasernaustausch und in den geraden und schrägen Muskeln gleichermassen reiche Innervation sicht-



3) *Emys orbicularis: musculus rectus superior*. Innervation des Augenmuskels.

a) quergestreifte Muskelfasern, b) Muskelzellkern, c) Nervenstamm, d) dicke Nervenfasern, e) dünne Nervenfasern, f) Endfasern.

bar (Tafel II, Abb. 1). Die Innervationsbilder erinnern stark an die bei den Augenmuskeln der Vögel gefundenen Verhältnisse (3). Die Stämme gehen stets radial auseinander und nehmen — in Relation zu den Muskelfasern — schrägen Verlauf. An der Innervation der Augenmuskeln nehmen sowohl dicke, als auch dünne Fasern teil. Die dicken Fasern haben meist welligen Verlauf und ununterbrochen wechselndes Kaliber. In den Verdickungen ist die fibrilläre Struktur oft wahrnehmbar (Abb. 2). Die Endverbindung der Nervenfasern bedeuten 2—3, am Ende der Seitenäste erscheinende

Endästchen. Die Endästchen sind kurz und in ihrer Nähe sind geringere Muskelkernaggregate bereits nachweisbar.

Die Innervation der Augenmuskeln der Schildkröte unterscheidet sich von den bisherigen Innervationsbildern. In den eintretenden Stämmen finden sich dünn zu nennende Nervenfasern einheitlichen Kalibers und erst nach der Verzweigung erscheinen auch dicke und dünne Fasern. Weder die allein, noch die innerhalb der Stämme ziehenden Fasern weisen Varixen auf. Im Verlauf der Fasern gibt es keine neurofibrillären Lamellen. Die in die Muskeln eintretenden Nerven stellen insofern besondere Gebilde dar, als sie von einem derben *Perineurium* umgeben sind (Tafel II, Abb. 2). Ähnliche Nerven sind mir bisher nur in den Augenmuskeln der Welse zu Gesichte gekommen (9). Die Dicke der Nervenäste der verschiedenen Muskeln ist von der Dicke des *Perineuriums* und der Zahl der Fasern abhängig. Sowohl die in den Stämmen ziehenden, als auch die Mehrzahl der einzeln ziehenden Fasern sind glattrandig und terminal allmählich verjüngt. Häufig zeigen die in den Stämmen verlaufenden Fasern Windungen (Tafel II, Abb. 3). Die diese Windungen umgebende äussere derbe, homogene Hülle erweckt an Schnitten den Eindruck, als ob in den Augenmuskeln der Schildkröten eingekapselte sensible Nervenendigungen vorlägen. Genauere Durchsicht ergibt aber in jedem Falle, dass in derartigen Gebilden nicht nur eintretende, sondern auch austretende Nervenfasern erscheinen und somit nicht von sensorischen Endigungen die Rede sein kann. Da die Mehrzahl der Nervenstämme zwischen den Muskelfasern verläuft, erwecken die Schnitte den auch zu Irrtümern Anlass gebenden Anschein, als ob in dem intramuskulären Bindegewebe Endkörper vorkämen. Die reichen Verzweigungen der aus den zwischen den Muskelfasern nahezu parallel verlaufenden Nervenstämmen heraustretenden kleineren Stämme bringen eine so eigentümlich reiche Innervation zustande, die auf dem Gebiete der Augenmuskelninnervation sämtlicher Wirbeltiere als allein stehend anzusprechen ist. Auch hier handelt es sich um Nervenstämme und ihre Verzweigungen und dennoch entsteht ein ganz anderes Bild als in den übrigen Augenmuskeln (Abb. 3). Die zerfallenden Nervenstämme zersplittern radial in immer mehrere Nebenäste (Tafel II, Abb. 4). Von den Stämmen schwenken rechtwinklig Seitenäste ab und aus diesen treten radial kleinere Nervenäste hervor. Die Verzweigungen und das System der aus den Stämmen austretenden Endfasern sind derart reich, dass sozusagen die Muskeln unter den Nervenfasern kaum noch zu sehen sind. Besonders die Innervation der geraden und schrägen Muskeln ist reichhaltig, in den *Musculi retractores* finden sich schon weniger Nervenfasern.

Die motorischen Endigungen in den Augenmuskeln der Schildkröten sind den bei den Fröschen gefundenen Endigungsformen ähnlich. An den Endigungsstellen beschreibt die Nervenfasern vor ihrer Kontaktnahme mit der Muskelfaser komplizierte Windungen, um dann mehrmals zu verzweigen. Die Endäste ziehen als längsverlaufende Einzelfasern auf den Muskelfasern entlang, die selbst die Länge der bei den Fröschen beobachteten Endfasern übertreffen. Dadurch, dass auch mehrere Endfasern nebeneinander verlaufen und sich in ihrer gewundenen Bahn miteinander vermischen können, gestalten sich die Nervenendformationen der Augenmuskeln der Schildkröten überaus kompliziert. Charakteristisch für die Endfasern ist das Erscheinen von Endköpfchen an ihren Enden. Es sind dies ganz kleine kompakte End-

knötchen, die sich in fast allen Endfasern gut imprägnieren. Neben den längsverlaufenden Endfasern sind die Kerne der Muskelfasern perlkettenförmig aneinander gereiht.

Besprechung

Die vielerwähnten beiden Probleme der Innervation der Augenmuskeln sind: die Herkunft der dicken und dünnen Fasern und die Unterschiedlichkeit ihrer Nervenendigungen. Da es sich hierbei nicht nur um eine Frage der Innervation der Augenmuskeln, sondern der ganzen quergestreiften Muskulatur handelt, haben sich diesbezüglich in der Literatur reichlich widersprechende Meinungen herausgebildet. In ihren neueren Untersuchungen sind KIRSCHKE (5), WOLLARD (11) und WOLTER (12) insofern übereingekommen, als sie den an der Innervation der Augenmuskeln der Säugetiere und des Menschen beteiligten dicken und dünnen Fasern grosse Bedeutung beimessen. Sie nehmen einen verschiedenen Ursprung an und teilen verschiedene Endigungsformen als Endigungen der Fasern mit. Hinsichtlich der Herkunft, der physiologischen Funktionen und der Endigungsformen gehen ihre Meinungen auseinander.

Ich hatte — was die an der Innervation der Augenmuskeln der Reptilien beteiligten Nervenfasern und die Gestaltung ihrer Endfasern anbelangt — natürlich eine Situation, wie sie die obigen Forscher in den Augenmuskeln der Säuger und des Menschen vorfanden, auch garnicht erwartet, habe aber dennoch in Kenntnis dieser Angaben eine Auswertung der Innervation der Augenmuskeln einer niedrigeren Wirbeltiergruppe gegeben. Auf Grund der erhaltenen Bilder bin ich zu der Überzeugung gelangt, dass es — wenigstens in dieser Gruppe — nicht angebracht ist, der Anwesenheit von dünnen und dicken Fasern grosse Bedeutung beizumessen. Diese Meinung findet eine Stütze in dem Umstand, dass in dem eintretenden Stamm bei den Schildkröten nur einerlei Fasern sichtbar werden und dünne und dicke Elemente erst nach der Teilung in Erscheinung treten. In vielen Fällen, insbesondere bei den Nattern und dem *Varanus*, ist ständig das plötzliche Dünnerwerden der Fasern zu beobachten und auch umgekehrt. Häufig zeigt die Innervation der Reptilienaugenmuskeln auch die — bei Fischen noch öfter beobachteten — Bilder, dass nämlich eine Faser in einige dicke und mehrere dünne Fasern zerfällt. All dies beweist, dass die im Umfang der Fasern feststellbaren Differenzen Ursprungs- und Funktionsunterschiede nicht zu beweisen vermögen. Die Endigungen der Nervenfasern in den Augenmuskeln der Reptilien dürften meines Erachtens — in Anbetracht ihres Kontaktes mit den Muskelfasern — motorischer Natur sein. Morphologisch ist kein einziger Endtyp auffindbar, welcher überzeugend sensible Endigungsmerkmale aufwiese.

Betreffs der Systematisierung der Reptilien auf verwandschaftlicher Basis und der Angaben über ihre phylogenetische Entwicklung möchte ich bemerken, dass ich auf Grund meiner histologischen und anatomischen Untersuchungen an den Augenmuskeln einiger Reptilienarten feststellen konnte, dass die Muskeln der speziellen, der marinen und kontinentalen Lebensweise gleichermassen angepassten Augen der Schildkröte in vieler

Hinsicht Übereinstimmungen mit den Augenmuskeln der Frösche aufweisen, hinsichtlich der Innervation aber noch besser entwickelte und differenzierte Eigenschaften an den Tag legen. Die Muskeln des *Varanus*auges verfügen — was ihre Lage und Innervation anbetrifft — über die Eigenschaften des Vogelauges. Die Anatomie und Innervation der Augenmuskeln der *Tropinodotus*- und *Lacerta*arten weist meines Erachtens die typischsten Reptiliencharakteristika auf. Diese können — wennzwar besonders in anatomischer Hinsicht auch voneinander verschieden — dennoch weder mit denen der unter, noch mit denen der über ihnen stehenden Vertebratenklassen verglichen werden.

Zusammenfassung

Anatomische und histologische Untersuchungen an den äusseren Augenmuskeln verschiedener Reptilienarten haben zu folgenden Ergebnissen geführt.

1. Die anatomische Lage und die Entwicklung der eigentlichen Augenmuskeln ist je nach der Ordo, aber auch innerhalb derselben verschieden; besonders auffallend ist aber der Unterschied in der Erscheinungsform der akzidentellen Augenmuskeln.

2. Die Augenmuskeln der Schildkröten weisen ähnliche anatomische und Innervationsverhältnisse auf wie die der Frösche, während die des *Varanus* denen der Vögel nahe stehen.

3. Der Verlauf der an die Augenmuskeln herantretenden Nerven ist bei sämtlichen untersuchten Arten nahezu der gleiche und für alle Wirbeltiere bezeichnend.

4. Die mikroskopische Innervation weist Unterschiede bei den untersuchten Arten hinsichtlich der Verzweigung der Nervenfasern, der Endigungsformen und des Nervenreichtums auf.

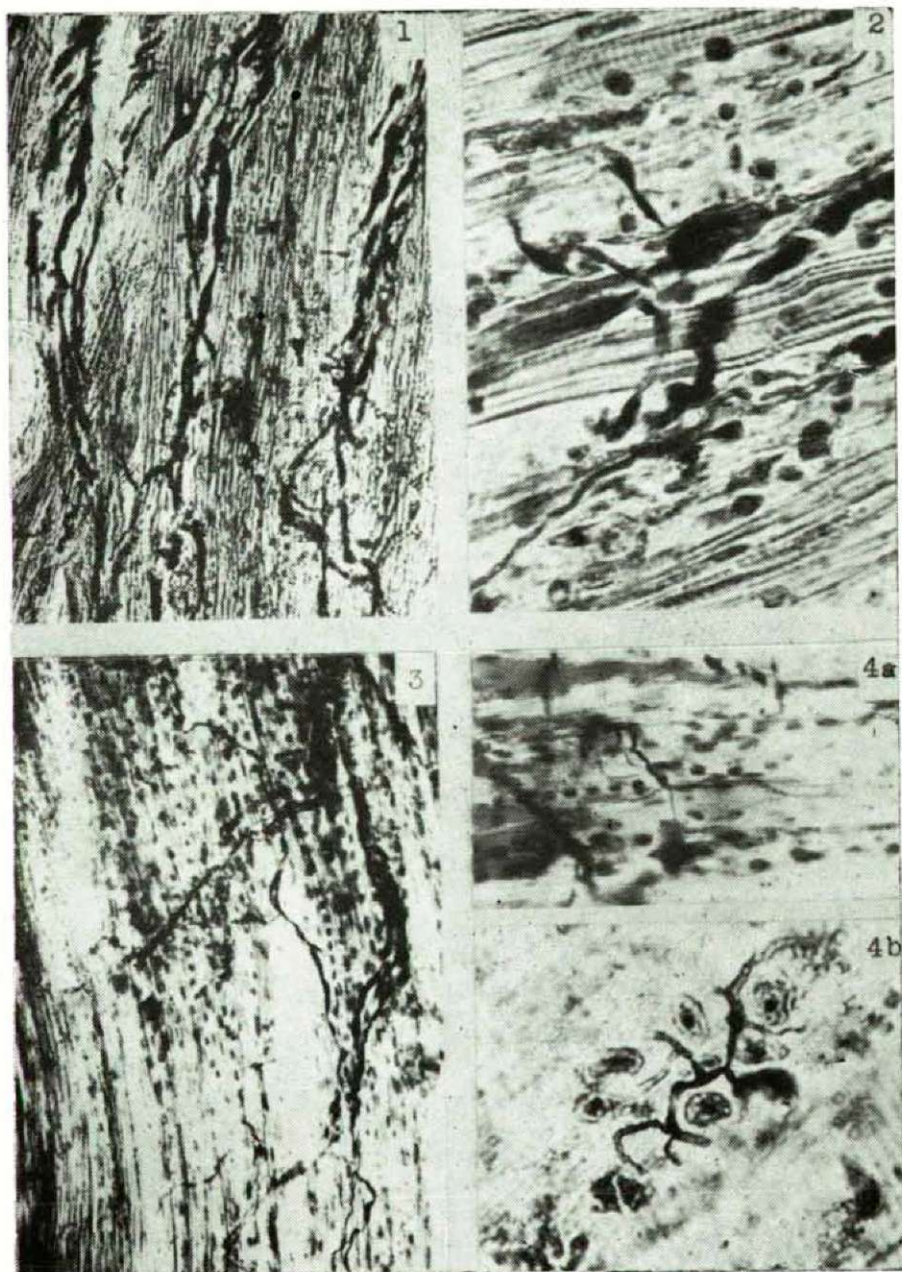
5. Die Innervation der geraden und schrägen Augenmuskeln ist eine wesentlich dichtere als bei den akzidentellen Muskeln.

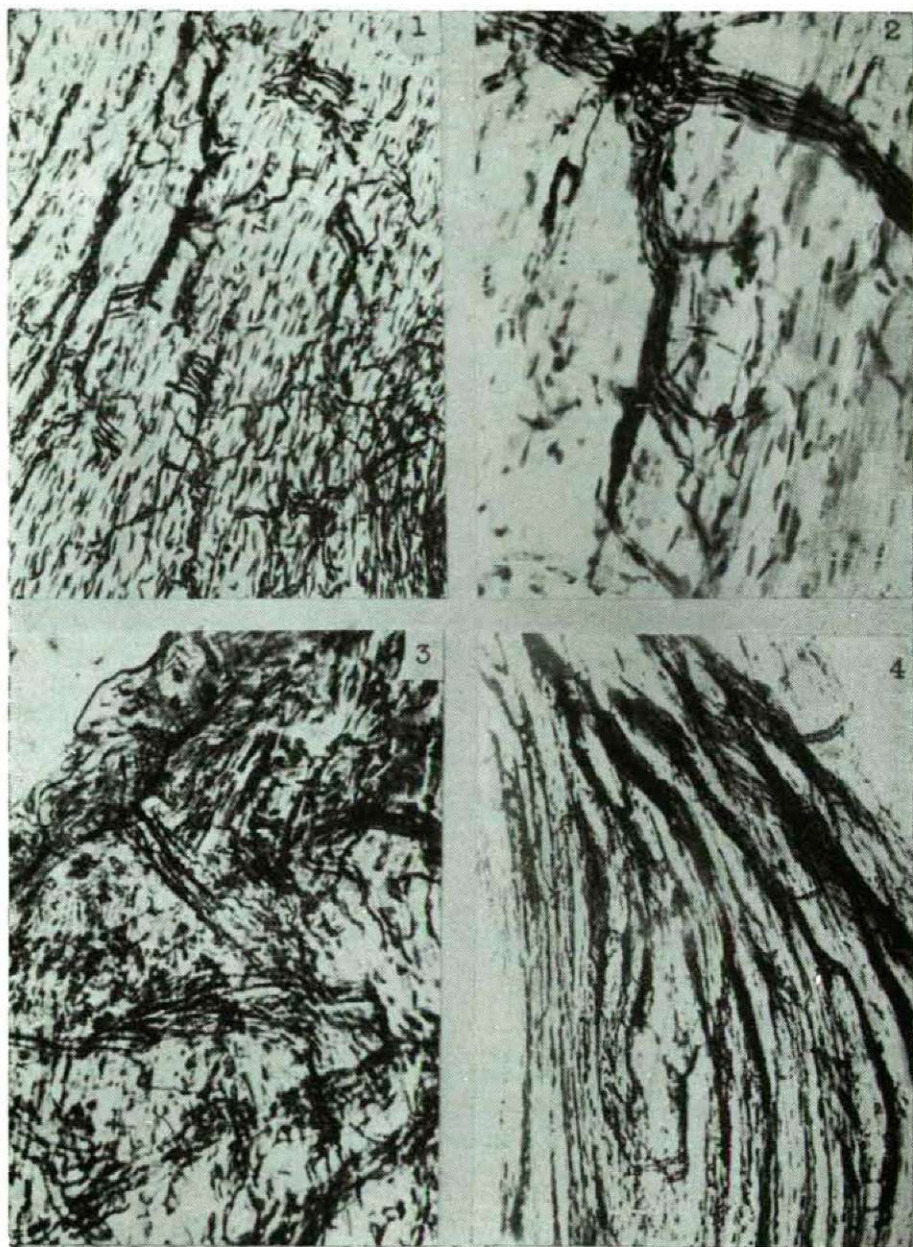
6. Die an der Innervation der Augenmuskeln teilnehmenden Nervenfasern können wegen des häufigen Kaliberwechsels auf Grund morphologischer Untersuchungen nicht als verschiedenen Ursprungs und auch physiologisch-funktionell nicht als verschieden betrachtet werden.

7. Alle Endigungen der Nervenfasern scheinen — angesichts ihrer Kontaktnahme mit den Muskelfasern — motorischer Natur zu sein.

8. Als Endigungsformen ergeben sich auf den Muskelfasern auf mehr oder minder langer Strecke ziehende Endfasern. Die Endäste sind am längsten bei den Schildkröten und am kürzesten beim *Varanus*.

Tafel I.



Tafel II.

Schrifttum

- (1) Ábrahám, A.: Az aortaideg szerkezete és végződésformái a kutya arteriás törzseiben. Über die Struktur und Endigungsformen des Aortennerven in den arteriellen Stämmen beim Hunde. Ann. Biol. Univ. Hung. **1**, 325—340 (1952).
- (2) Ábrahám, A.: Die Innervation der Blutgefäße. Acta Biol. Acad. Scient. Hung. **4**, 69—160 (1953).
- (3) Ábrahám, A., Stammer, A.: A madarak szemmozgató izmainak beidegzése, tekintettel a ganglion ciliare szerkezetére. Die Innervation der Augenmuskeln der Vögel, unter Berücksichtigung der Struktur des Ganglion ciliare. Állattani Közlem. **44**, 115—134 (1954).
- (4) Franz, V.: Höhere Sinnesorgane in Bolk, L.: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Berlin, Wien (1934).
- (5) Kirsche, W.: Die Innervation der Augenmuskulatur des Menschen. Zeitschr. f. mikr. Anat. Forsch. **57**, 402—450 (1951).
- (6) Kolmer, W., Lauber, H.: Auge. in Möllendorff, W.: Handbuch der mikr. Anat. des Menschen. Berlin, Göttingen, Heidelberg (1936).
- (7) Lenhossék, M.: Das Ciliarganglion der Reptilien. Arch. f. Mikr. Anat. **80**, 89—116 (1912).
- (8) Stammer, A.: Az Amphibiák szemizmainak mikroszkopikus beidegzése experimentális vizsgálatok alapján. Die Innervation der Augenmuskeln der Amphibien auf Grund experimenteller Untersuchungen. Állattani Közlem. **48**, 90—97 (1959).
- (9) Stammer, A.: Az édesvízi csontshalak szemizmainak szerkezete és beidegzése. Über die Struktur und Innervation der Augenmuskeln der in Süßwasser lebenden Teleostei. Állattani Közlem. **46**, 115—123 (1957).
- (10) Wollard, H. H.: The Innervation of the ocular muscles. J. Anat. **5**, 215—223 (1931).
- (11) Wolter, J. R.: Über die Nervenendigungen in der äusseren Augenmuskulatur. Acta Neurovegetativa **4**, 344—357 (1952).

Tafel I. Erklärung der Mikrophotographien

1. *Lacerta agilis: musculus rectus inferior*. Eintretende Nervenstämme.
2. *Lacerta taurica: musculus rectus superior*. Dicke Nervenfasern mit Varixen.
3. *Lacerta agilis: musculus obliquus superior*. Verzweigungen in der mittleren Strecke des Muskels.
- 4a) *Lacerta agilis: musculus rectus superior*. Nervenendigungsform im Augenmuskel.
- 4b) *Lacerta agilis: musculus rectus abdominis*. Motorische Endplatte in der Skelettmuskulatur.

Tafel II.

1. *Varanus griseus: musculus rectus medialis*. Reiche Innervation.
2. *Emys orbicularis: musculus rectus inferior*. Eintretender Nerv von einem *Perineurium* umgeben.
3. *Emys orbicularis: musculus rectus lateralis*. Innervation.
4. *Emys orbicularis: musculus obliquus inferior*. Verzweigende Nervenäste.

Anschrift der Verfasserin: Forscherin Dr. A. STAMMER, Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität, Tánácsics M. 2. Szeged (Ungarn).

Acta Botanica

" "

" "

" "

Acta Zoologica

" "

" "

Annales Biologicae Universitatis
Szegediensis

Annales Biologicae Universitatum
Hungariae Pars Szegediensis

Annales Biologicae Universitatum
Hungariae Pars Szegediensis

Acta Biologica, Nova series

Acta Biologica, " "

Acta Biologica, " "

Acta Biologica, " "

Acta Biologica, " "

Acta Biologica, " "

Acta Biologica, " "

Tom. I. Fasc. 1—6, 1942

Tom. II. Fasc. 1—6, 1943

Tom. III. Fasc. 1—6, 1944—48

Tom. IV. Fasc. 1—6, 1949

Tom. I. Fasc. 1—4, 1942

Tom. II. Fasc. 1—4, 1943

Tom. III. Fasc. 1—4, 1951

Tom. I. 1950

Tom. I. 1951

Tom. II. 1954

Tom. I. Fasc. 1—4, 1955

Tom. II. Fasc. 1—4, 1956

Tom. III. Fasc. 1—2, 1957

Tom. III. Fasc. 3—4, 1957

Tom. IV. Fasc. 1—2, 1958

Tom. IV. Fasc. 3—4, 1958

Tom. V. Fasc. 1—2, 1959

INDEX

<i>Greguss, P.</i> : Xylotomische Untersuchungen an Braunkohlenfunden aus <i>Várpalota</i>	1
<i>Kedves, M.</i> : Xylitbestimmungen aus den Bohrungen bei <i>Ganna</i> und <i>Herend</i>	17
<i>Matkovics, B.</i> und <i>Sipos, Gy.</i> : Über die Wirkung von Sterinen auf das Wachstum der Mikroorganismen	25
<i>Szalat, I.</i> : Ergebnisse der Untersuchungen über die stoffwechselphysiologischen Grundlagen des Aktivitätswechsels der Kartoffelknolle	35
<i>Uherkovich, G.</i> : Das Leben der <i>Tisza</i> . VIII. Beiträge zur Typisierung der Algenvegetation von Erdgrüben der <i>Tisza</i>	49
<i>Vámos, R.</i> und <i>Andó, M.</i> : Die Rolle des Sonnenlichtes in der Bekämpfung des in den Reisböden entstehenden H_2S	61
<i>Zsoldos, F.</i> : Changes of free amino acids in rice seedlings due to the effect of factors rendering them susceptible of the browning disease	71
<i>Zsoldos, F.</i> : Studies on the nitrogen metabolism of rice	77
<i>Abrahám, A.</i> und <i>Stammer, A.</i> : Untersuchungen über die Struktur, die mikroskopische Innervation und die Cholinesteraseaktivität der Nebenniere von Vögeln	85
<i>Biczók, F.</i> : Experimentelle Untersuchungen über die Wanderung der Protozoen im Erdboden	97
<i>Kolosváry, G.</i> : Über die Septenstruktur einiger Madreporarien	109
<i>Kolosváry, G.</i> : Über die Karbon-Fauna des <i>Szendrőer</i> Gebirges	117
<i>Kolosváry, G.</i> : Korallen aus der Unterkreide des <i>Mecsek</i> -Gebirges	125
<i>Stammer, A.</i> : Vergleichende Anatomie und mikroskopische Innervation der Augenmuskeln von Reptilien	129